

SETIEMBRE 2025

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DEL URUGUAY

Ingeniería

Nº103



**Bioinformática:
Donde el byte
se encuentra
con el ADN**

Mag. Ignacio Ferrés

**Los profesionales
de la Ingeniería
del Uruguay**

Ing. Juan J. Carrasco

El salto invisible

Ing. Sergio Richter



Asociación de Ingenieros del Uruguay

Acompañando a la Ingeniería desde 1905

Comisión Directiva

PRESIDENTE

Mag. Ing. Miguel Fierro

1^{er} VICEPRESIDENTE

Ing. Richard Hobbins

2^{do} VICEPRESIDENTE

Ing. Martín Dulcini

SECRETARIO

Ing. Juan Carrasco

PROSECRETARIO

Dr. Ing. Rodrigo Morales

TESORERO

Ing. Gustavo Mesorio

PROTESORERO

Ing. Nicolás Reherrmann

VOCAL

Ing. Juan Lorenz

Ing. Liliana Odriozola

Ing. Guido Saizar

Ing. Juan Opertti

REDACTOR RESPONSABLE

Mag. Ing. Miguel Fierro

DISEÑO EDITORIAL

 www.disenio.net

FOTO DE TAPA

user21908677 (freepik.es)

IMPRESIÓN Y ENCUADERNACIÓN

Gráfica Mosca

Nº de depósito 358055

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista de la Asociación de Ingenieros del Uruguay, de su Comisión Directiva ni de los asociados que representa.

Contenido

06 Asamblea General UPADI

Mag. Ing. Miguel Fierro

13 Bioinformática: Donde el byte se encuentra con el ADN

Mag. en Bioinformática Ignacio Ferrés

21 Los profesionales de la Ingeniería del Uruguay

Ing. Juan J. Carrasco

40 Detectores de arco ABB AFDD: Seguridad eléctrica avanzada

Ing. Daniel Pérez

45 Estructuras del Uruguay: Redefiniendo la forma de construir

Arq. Pablo Carrizo

50 Inertización de tanques: Una barrera invisible para la seguridad industrial

Ing. Ignacio Cabrera, Ing. Gustavo Mesorio

54 Vehículo Autónomo Eléctrico: Introducción a la sociedad uruguaya · Tercera entrega

Mag. Ing. Darling Olano Schüsselin

63 Comisión de Cultura de la AIU. “La Traición” por Rafael Massa

66 Entendiendo la Capacidad de carga adicional (Cca) con carga sobre pilotes

Ing. Néstor Eduardo Llano Torres

72 El salto invisible: Cómo la IA está rediseñando el trabajo en las empresas

Ing. Sergio Richter



Asociación de
Ingenieros
del Uruguay

Sumate a la AIU. **Ser parte está bueno.**

-  www.aiu.org.uy
-  Asociación de Ingenieros del Uruguay
-  @aingenierosu
-  Asociación de Ingenieros del Uruguay
-  @aingenierosu
-  2900 8951 – 2901 1762
-  098 869 645



Asociación de
Ingenieros
del Uruguay

Socios de tu **vocación**

Beneficios y descuentos
en cursos y carreras.

- Berlitz – Centro de Idiomas
- CECATEC – Centro de Capacitación Técnica
- Colegio Logosófico
- Colegio Nacional José Pedro Varela
- Colegio y Liceo Ceni
- EduSchool
- Elbio Fernández
- Escuela del Parque
- Facultad de Ingeniería, UDELAR
- Instituto Crandon
- Preuniversitario “Ciudad de San Felipe”
- Queens School
- UCAM – Bussines School
- UDE – Universidad de la Empresa
- UNIT – Instituto Uruguayo de Normas Técnicas
- Universidad CLAEH

Conocé beneficios en detalle en
www.aiu.org.uy

Sumate a la AIU.
Ser parte está bueno.





Asamblea General UPADI

Autor

Mag. Ing. Miguel Fierro

Entre los días 2 y 3 de julio se llevó a cabo en la ciudad de México DF, República de México, la Asamblea N° XLIII de la Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros.

Participaron de la misma delegaciones de los países miembros activos, de los tres países miembros observadores, miembros del Directorio, expresidentes, la Academia Panamericana de Ingeniería y organizaciones invitadas en modalidad híbrida (presencial y por zoom).

Se trataron temas administrativos, contables y organizativos. Todos los asistentes hicieron uso de la palabra presentando informes verbales sobre las actividades realizadas por sus respectivas asociaciones y colegios en este último año.

El día 1° de julio se realizó la reunión de presidentes de los Comités Técnicos organizado por el Consejo Técnico de UPADI, cada uno de ellos

experto en su campo de acción. Toda la actividad contó con la participación de profesionales tanto en forma presencial como virtual. Se discutió sobre el futuro de varios Comités Técnicos que deberían por antigüedad cambiar de país sede y se conformaron nuevas integraciones de comités que estaban acéfalos, todo fue aprobado en la Asamblea General.

En la reunión del Consejo Consultivo se designaron a las nuevas autoridades siendo electo como presidente el Ing. Aridai Herrera, como vicepresidente el Ing. Vladimir Mendizábal y como secretaria la Ing. María Teresa Pino.

El Tesorero, Mag. Ing. Miguel Fierro puso a consideración de la Asamblea el balance del período agosto 2024 - junio 2025 y el presupuesto 2025, los cuales fueron aprobados por unanimidad. En lo que respecta a las obligaciones ante FMOI se informó que estaban al día.



Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros

El presidente de UPADI Ing. Germán Pardo realizó un breve comentario de sus actividades en el período marzo 2025 - junio 2025, e hizo una presentación institucional de UPADI mencionando la historia, la misión, los proyectos, los comités y comisiones que funcionan actualmente.

El Directorio, ante la renuncia del cargo de vicepresidente de la V región presentada por el Ing. Maximilian Friedrich por razones personales, propuso al Ing. Miguel Fierro para que se hiciera cargo de ese puesto hasta las elecciones de diciembre de 2025. La Asamblea aprobó la moción por unanimidad.

El Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica será el anfitrión de la Asamblea Anual en el año 2025, en la ciudad de San José.

A continuación se transcribe la declaración de México.

En la Ciudad de México, a los 3 días del mes de julio del año 2025.

DECLARACIÓN DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

Ingeniería para el Futuro de las Américas.

Nosotros, ingenieras e ingenieros del continente americano, reunidos en la Asamblea N.ºXLIII de la Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros (UPADI), celebrada en la Ciudad de México los días 2 y 3 de julio de 2025, con la participación de las delegaciones de los países miembros del Continente Americano, de los países adherentes observadores: España, Portugal e Italia; del Directorio, Expresidentes, organizaciones asociadas e invitados; conscientes del papel protagónico que tiene la ingeniería en la construcción de sociedades sostenibles, resilientes, éticas y tecnológicamente avanzadas, y considerando los aportes de nuestras organizaciones regionales, manifestamos lo siguiente:

CONSIDERANDO

1. Que la ingeniería es un motor estratégico para el desarrollo sostenible, económico y social, así como para la transformación digital y la competitividad de las naciones de América y del mundo,
2. Que el avance tecnológico y la innovación son esenciales para garantizar una mejor calidad de vida, reducir las desigualdades sociales y fortalecer la soberanía científica y técnica de nuestros pueblos.
3. Que la ética profesional, la transparencia y la rendición de cuentas son pilares inquebrantables para recuperar la confianza ciudadana y combatir la corrupción en todas las fases del desarrollo de infraestructuras y servicios.
4. Que el compromiso del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y los desafíos globales exigen también una ingeniería responsable, ética, resiliente e innovadora.
5. Que la colaboración entre países debe potenciarse mediante redes de conocimiento, intercambio de tecnologías emergentes, soluciones compartidas y cooperación interdisciplinaria.
6. Que se requiere una articulación efectiva entre las organizaciones de ingeniería de Iberoamérica para facilitar la movilidad profesional, la homologación de competencias y la integración regional.
7. Que resulta estratégico establecer sistemas regionales de certificación y acreditación profesional, con estándares armonizados que faciliten la movilidad de ingenieros, la interoperabilidad técnica y el reconocimiento transfronterizo de capacidades.
8. Que el desarrollo de infraestructuras, así como de los megaproyectos, debe priorizar el impacto social positivo, el respeto por los territorios, la inclusión y la reducción de brechas estructurales en las regiones menos favorecidas.
9. Que es crucial impulsar la participación de ingenieras e ingenieros en cargos estratégicos de la gestión pública, bajo principios de meritocracia y liderazgo técnico, para asegurar decisiones basadas en evidencia.
10. Que la regulación del ejercicio profesional debe ser actualizada y armonizada entre los países, garantizando calidad, seguridad y responsabilidad en el desempeño de la ingeniería.
11. Que los fenómenos naturales, el cambio climático y los desafíos ambientales exigen un enfoque preventivo y resiliente, con soluciones innovadoras y sustentables lideradas por el conocimiento técnico.
12. Que la formación en ingeniería debe fortalecerse desde la etapa preuniversitaria, con enfoque STEM, inclusión de género y programas que inspiren a las futuras generaciones.

13. Que los planes de estudio deben evolucionar para integrar competencias en inteligencia artificial, análisis de datos, energías renovables, economía circular, robótica y sistemas complejos.
14. Que la falta de datos y métricas en algunos países impide una planificación estratégica de infraestructura, por lo que es urgente establecer sistemas de información técnica confiables.
15. Que es urgente el desarrollo de observatorios regionales de infraestructura e ingeniería, que integren datos abiertos, indicadores de desempeño, evaluación de riesgos y prospectiva tecnológica, al servicio de la toma de decisiones pública y privadas.
16. Que la ingeniería debe enfocarse en resolver problemas sociales prioritarios como acceso al agua potable, saneamiento, vivienda digna, energía limpia, movilidad conectividad y seguridad alimentaria.
17. Que el rol de la ingeniería es determinante para enfrentar la crisis climática, facilitando la transición hacia economías bajas en carbono y territorios más adaptativos y resilientes.
5. Establecer marcos legales y éticos modernos que regulen el ejercicio profesional de la ingeniería, promoviendo la colegiación, la actualización continua y la responsabilidad social.
6. Promover programas vocacionales orientados a estudiantes de primaria y secundaria, con especial énfasis en la equidad de género y el acceso de comunidades históricamente excluidas.
7. Adaptar los programas de formación universitaria a las nuevas exigencias tecnológicas y sociales, fomentando el pensamiento sistémico, la ética digital y la ingeniería con propósito.
8. Priorizar el desarrollo de infraestructuras exhortando a los gobiernos a aplicar criterios técnicos en la planificación y ejecución de megaproyectos que garanticen el acceso equitativo a servicios esenciales, como agua, saneamiento, transporte sostenible, vivienda, energía, conectividad y alimentación.
9. Desarrollar proyectos piloto y laboratorios de innovación territorial que permitan experimentar soluciones de ingeniería en contextos reales de movilidad, sostenibilidad y adaptación climática.

ACORDAMOS RECOMENDAR A LOS GOBIERNOS, INSTITUCIONES ACADÉMICAS Y ORGANIZACIONES GREMIALES:

1. Desarrollar agendas técnicas regionales que articulen esfuerzos multilaterales para enfrentar desafíos estructurales y emergentes con enfoque de sostenibilidad, equidad y resiliencia.
2. Formular políticas públicas fundamentadas en criterios técnicos y científicos, donde la evidencia prevalezca sobre intereses políticos o económicos de corto plazo.
3. Fortalecer la vinculación entre la educación superior, la investigación aplicada y los gremios profesionales para consolidar un ecosistema de innovación tecnológica.
4. Crear plataformas digitales panamericanas de colaboración ingeniería-academia-industria, que impulsen proyectos de innovación conjunta, laboratorios virtuales y redes de mentores y expertos en temas emergentes.
10. Implementar sistemas de gobernanza técnica y auditoría profesional, así como de mecanismos anticorrupción basados en trazabilidad digital, para asegurar que las obras y servicios cumplan con los más altos estándares de calidad, con participación proactiva de las asociaciones profesionales.
11. Reconocer el papel estratégico de la ingeniería en la gobernanza del cambio climático, apoyando proyectos de mitigación, adaptación y regeneración ambiental en alianza con gobiernos locales, comunidades y empresas.
12. Respaldo y apoyo a las organizaciones gremiales que, por circunstancias sociopolíticas en sus países, se han visto afectadas en su ejercicio administrativo y gremial en su nación, defendiendo el derecho humano a la libre asociación y al ejercicio profesional, reconociendo la importancia de las ingenierías en todas las latitudes del continente.

Comprometidos con el futuro

Desde hace más de 30 años, nos dedicamos a realizar proyectos, obras y mantenimientos en las áreas de Energía y Telecomunicaciones, realizando también las obras civiles asociadas.

Operando desde 1994, tanto en el sector público como privado y con casi 300 colaboradores, trabajando, siempre, alineados a nuestros valores:

- **Confianza**
- **Responsabilidad**
- **Cumplimiento**
- **Profesionalismo**
- **Actitud positiva**

Energía & Telecomunicaciones

Obras
Mantenimiento
Servicios de Ingeniería

Alberto Zum Felde 1989
Montevideo, Uruguay.
T: (+598) 2613 8514
info@electrosistemas.com.uy



 **ELECTROSISTEMAS**
Ingeniería & Construcción

- 13.** El apoyo y respaldo como unión gremial de las ingenierías del continente, a las propuestas técnicas y de representación ante organismos internacionales y mundiales, previo análisis de cada organización, reconociendo la importancia de un bloque de trabajo.

ATENTAMENTE

El Comité Proponente:

Por Costa Rica:

Johnny López García

Vicepresidente Colegio de Ingenieros Civiles de Costa Rica

Por México:

Edzon Jaire Morales Maravilla

Vicepresidente Internacional de la Unión Mexicana de Asociaciones de Ingenieros



Palacio de Bellas Artes, CDMX
Foto: richie0703 (freepik.es)



Bioinformática: Donde el byte se encuentra con el ADN

Autor

Mag. en Bioinformática Ignacio Ferrés

Asistente de la coordinación académica de Biotecnología,
Universidad ORT Uruguay.

Investigador Bioinformático, Kinzbio.

ADN, flujo de información y función biológica: Dogma Central de la Biología Molecular

Mi objetivo con este artículo es convencer a ingenieros lectores de esta publicación de que la biología y la computación tienen mucho más en común de lo que parece a primera vista. Que muchos procesos que se dan dentro de las células guardan analogía a programas informáticos, desde el almacenado de información perdurable como si fuera un disco duro, el uso de memoria rápida para tareas inmediatas, o la sucesión precisa de órdenes y procedimientos como si fuera un programa.

Comencemos por lo que llamamos el Dogma Central de la Biología Molecular. Suena intimidante y poco científico, pero entiéndanlo como un chiste porque en biología no hay reglas tan precisas cuando se trata de definiciones: la vida es diversa y siempre hay excepciones.

El Dogma comienza con el ADN (Ácido Desoxirribonucleico), el cual se encarga de guardar la información que debe perdurar. El ADN es un *string*, usando la jerga de los programadores, que está conformado por una sucesión de bases nitrogenadas en un orden muy similar dentro de una misma especie. Las bases nitrogenadas son como los *bits* de información, sólo que en lugar de dos (1 y 0) la evolución biológica se hizo de cuatro: A (Adenina), T (Timina), G (Guanina), y C (Citosina).

Una secuencia de ADN puede representarse de la siguiente forma:

```
A T C T T C G T C...  
| | | | | | | | |...  
T A G A A G C A G...
```

El lector atento debería notar dos cosas: 1) Que no es un solo *string*, sino que son dos; y 2) que si de un lado hay una A del otro siempre hay una T, o por el contrario si de un lado hay una G del otro siempre hay una C. Esto es así porque las bases nitrogenadas de una hebra se aparean con las de la hebra complementaria (el ADN se compone siempre de dos hebras, no confundir con los pares de cromosomas). La seguidilla de pipes («|») del medio representa los puentes de hidrógeno que se forman entre los pares de bases.

¿Cómo sabiendo la secuencia de una hebra puedo conocer la de su complementaria? En general se la representa como uno de los strings pero se suele hablar de «pares de bases» cuando se mide el largo de las cadenas. Esta información redundante ayuda de alguna forma al ADN de protegerse de mutaciones que puedan

cambiar la secuencia. El ADN está en RAID (*Redundant Array of Independent Disks*).

Hasta acá tenemos un método de guardado de información perdurable y copiable. Pero ¿qué información? La información más relevante que guarda el ADN es sobre cómo y cuándo producir proteínas. El ADN es como un gran libro de recetas para producir proteínas. A cada receta le llamamos «gen». Y las proteínas son los controladores que censan, activan y ejecutan las funciones bioquímicas y estructurales relevantes para la célula. Las proteínas son cadenas de algunos cientos de aminoácidos, unidos mediante enlace peptídico. Estas proteínas adquieren una forma, producto de las interacciones entre sus átomos, que está íntimamente relacionada a su función. Más adelante comentaremos al respecto.

En el medio, entre el ADN y las proteínas, está el ARN (Ácido Ribonucleico), el cual es una copia de simple cadena (no doble hebra como el ADN) de estos genes, que es de mucha menos vida útil. Es como una fotocopia de una receta que ponemos en la mesada para ir siguiéndola, evitando que se nos manche el libro. Sirve para el momento y después se degrada. Es memoria volátil, como la RAM.

El Dogma, en suma, es el siguiente: El ADN se **transcribe** a ARN, y el ARN se **traduce** a proteína. Transcripción y traducción son procesos altamente complejos, coordinados y fiables que se producen en cada instante y en cada célula de nuestro cuerpo.

Secuenciación del ADN

Secuenciar el ADN significa, justamente, determinar la combinación ordenada de bases nitrogenadas que componen una hebra de ADN. Esta hebra de ADN puede ser un fragmento corto de unos pocos pares de bases, hasta un cromosoma completo de varios millones o cientos de millones, como se mencionará más adelante.

La primera técnica de secuenciación rápida fue la desarrollada por Frederick Sanger (dos veces premio Nobel, en una ocasión por esta idea) y colaboradores en 1975. Es un algoritmo bioquímico bastante ingenioso, le dejo al lector la tarea de buscar en Youtube «*sanger sequencing explanation*». Esta técnica permitió determinar la secuencia de genes, los cuales pueden tener unos pocos miles de pares de bases.

La revolución genómica: años 90 y 2000

Con la acumulación de conocimientos y datos en las décadas previas, y el refinado de las técnicas bioquímicas de secuenciación, en los 90 la comunidad científica se empieza a plantear proyectos más ambiciosos. La idea ya no era determinar la secuencia de un solo gen (o unos pocos), sino lograr obtener la secuencia completa de un organismo: el genoma. Si bien ya se había determinado el genoma de entidades biológicas como el de algunos virus, estos son relativamente pequeños y no se consideran estrictamente organismos vivos por su completa dependencia de la maquinaria metabólica de otras células (recuerde el lector lo dicho sobre las definiciones en biología).

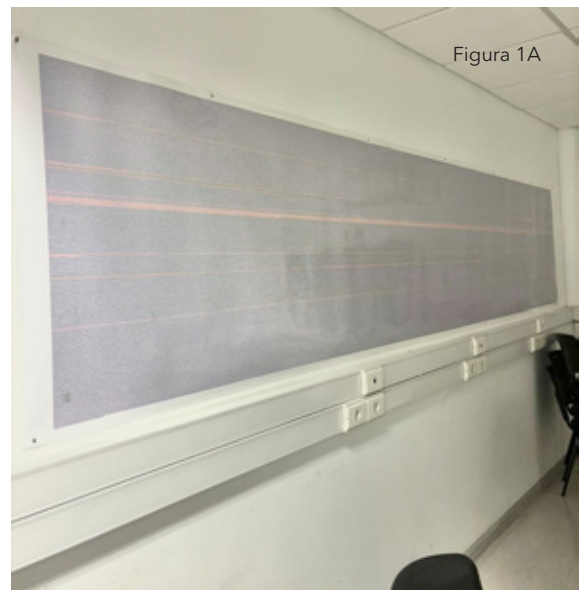


Figura 1A



Figura 1B

En 1995 se logra secuenciar el genoma de *Haemophilus influenzae*, una de las bacterias con el genoma más pequeño conocido, y agente causante de neumonía y meningitis. Quienes han ido de visita al Institut Pasteur de Montevideo, en la sala de reuniones de la Unidad de Bioinformática tal vez hayan visto un póster que abarca toda la pared (Figura 1A y Figura 1B), con el genoma de *Mycoplasma genitalium*, otra bacteria infecciosa que tiene el genoma aún más pequeño y cuya secuencia también fue determinada por esos años. Si uno se acerca puede verse un párrafo (o un *string*, en jerga de ingenieros en computación) de aproximadamente 580 mil caracteres conformados por las cuatro letras que representan las bases nitrogenadas que mencionamos anteriormente.

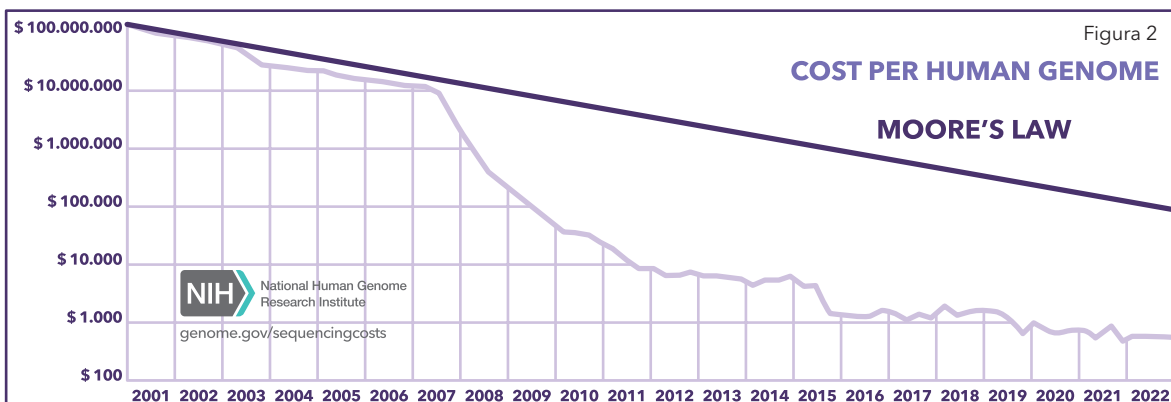
En ese mismo año los Institutos Nacionales de Salud (NIH) de EE.UU. lanzan el Proyecto del Genoma Humano, presupuesto abultado de 3 mil millones de dólares, con el objetivo de determinar el orden y secuencia de nucleótidos que conforman los 23 pares de cromosomas que tiene cada célula de nuestro cuerpo. A la vez, un consorcio internacional de instituciones públicas y privadas lanza un proyecto similar como competencia. Ambos finalizan entre 2001 y 2003 cuando se publican los primeros borradores con un 93 % del genoma humano secuenciado, aunque hasta 2022 no se alcanza el 100 % porque existen regiones del genoma difíciles de determinar. Para dar una idea de las escalas, si el genoma de *Mycoplasma genitalium* mencionado era de 580 Kbp (*Kilo base-pairs*: miles de pares de bases, unidad de medida en bases nitrogenadas las cuales se encuentran pareadas), el genoma humano se compone de aproximadamente 3 Gbp (3 mil millones de pares de bases), unos 3 Gigabytes de almacenamiento en disco. Y no es el genoma más grande conocido, ni por asomo. Pero es

relevante porque nos ayuda conocernos a nosotros mismos y permitir avances en medicina.

Hasta 2005 la técnica estrella de secuenciación, con sus mejoras incrementales en eficiencia y capacidad, fue básicamente la inventada por Frederick Sanger que se mencionó en este artículo. Pero a partir de ese año se comienzan a comercializar los Secuenciadores de Nueva Generación (NGS, por sus siglas en inglés) los cuales significaron un antes y un después en esta historia. Con ellos era posible realizar lo que hacía la secuenciación Sanger, pero en paralelo y multiplicada, cientos o incluso miles de veces al mismo tiempo. Esto significó un desafío mayor en cuanto a necesidad de cómputo y almacenamiento, ya que las bases de datos pasaron de los *Gigabytes* a los *Terabytes* y hoy estamos en el orden de cientos de Petabytes de información genómica pública disponible, si no me quedo corto.

Existe una analogía entre el impacto que tuvieron las tecnologías NGS en el costo por base nitrogenada secuenciada (o por genoma secuenciado) y la famosa Ley de Moore que vincula el número de transistores en chips integrados y el costo de estos transistores. El *National Human Genome Research Institute del National Institute of Health* (EE.UU.) hace un seguimiento continuo de este costo, el cual puede visualizarse en su web (<https://www.genome.gov/about-genomics/fact-sheets/DNA-Sequencing-Costs-Data>). Figura 2.

Se suelen usar comparativas contra la Ley de Moore como estándar de cuando a una tecnología "le va bien". El gráfico que muestra la web es bastante ilustrativo del impacto de la secuenciación NGS a partir de 2007, superando la tendencia de los transistores por un amplio margen, si bien parecen estar convergiendo en los últimos años.



Para dar una idea del desafío computacional que implica este volumen de datos, si los físicos suelen usar abordajes de infraestructura de HPC (*High-Performance Computing*) para sus simulaciones, en bioinformática hablamos de HTC (*High-Throughput Computing*) ya que el cómputo y memoria no son los únicos requisitos indispensables, sino que se requiere optimizar también el almacenamiento y la transferencia de datos de gran porte entre centros de datos, nodos de cómputo y unidades de almacenamiento.

Lo que hace 20 años requirió miles de millones de dólares y 12 años de trabajo (secuenciar el genoma humano), hoy se puede hacer en unos días por unos pocos cientos de dólares. Esto se traduciría en un impacto médico tremendo que, a mi parecer, los países periféricos no estamos aprovechando lo suficiente, si bien se están haciendo algunos esfuerzos sistemáticos por parte de algunos superhéroes científicos y médicos que logran mucho con pocos recursos y obstinación.

Predicción computacional de estructura de proteínas: nuevo impulso desde la IA en el último lustro

En la siguiente sección paso a comentar sobre otra rama de la bioinformática (ya mencionamos la genómica), pero quiero ilustrar el problema al que se enfrenta antes de hablar propiamente de la misma.

El año pasado salió una serie de televisión en Netflix llamada "El problema de los 3 cuerpos", basada en la trilogía de (a mi juicio) la mejor ciencia ficción de los últimos tiempos "Recuerdos del pasado en la Tierra" del autor chino Cixin Liu. El título de la serie, el cual es homónimo al primer libro de la saga, hace referencia al problema de predecir el movimiento de tres cuerpos en el espacio interaccionando a través de una sola fuerza, la gravedad, por ejemplo. Es un problema para el cual no existe una solución analítica general, aunque sí para casos especiales. Imaginen ahora predecir el movimiento de cuerpos con carga interaccionando mediante enlaces químicos. Y no solo tres cuerpos, sino cientos o miles. Este es el problema al que se enfrentan los bioquímicos que quieren predecir la estructura de una proteína, es decir la ubicación que adquieren los átomos que forman los aminoácidos que a su vez conforman una proteína, la cual puede estar formada

por cientos de aminoácidos unidos en cadena lineal por enlaces peptídicos, pero también entre aminoácidos lejanos a través de interacciones débiles de carga, puentes de hidrógeno y fuerzas de Van der Waals.

Computacionalmente puede verse que es un problema imposible de abordar si se quiere simular la realidad tal cual es. Es de esa clase de problemas que los teóricos de la computación llaman de "complejidad exponencial", ya que el número de interacciones crece más rápido que el número de elementos en el sistema. Ni la supercomputadora más potente hoy en día podría simular la estructura final de una proteína simple y ni hablar de interacciones entre proteínas distintas que existen dentro de la célula. Sin embargo se pueden usar heurísticas e información que los bioquímicos pueden obtener experimentalmente a través de técnicas ingeniosas de cristalografía de rayos X y resonancia magnética nuclear, para no partir de "cero" sino que partiendo de una especie de molde.

Voy a hacer un paréntesis porque el lector no especializado estará preguntándose por qué es importante conocer la estructura que adquieren las proteínas producto de las miles de interacciones moleculares de los átomos que las componen. Es importante porque la "forma" tridimensional que adquieren está directamente relacionada a la función bioquímica que deben realizar. Determinar la estructura de una proteína puede darnos indicios para explicar enfermedades, optimizar enzimas para la catálisis de reacciones bioquímicas de interés biotecnológico, o desarrollar fármacos, por poner unos ejemplos.

El problema entonces surge cuando no tenemos estos moldes sobre los cuales basarnos para correr nuestras simulaciones. Hay veces en las que es imposible determinar estructuras de forma experimental (por cristalografía o resonancia), además de que siempre es costoso técnica y laboralmente. En esos casos sería ideal contar con un método *de novo* de predicción de estructuras proteicas a partir de su secuencia aminoacídica.

Lo anterior ha inspirado a los científicos a desarrollar métodos que, sin simular todas y cada una de las interacciones, logren a través de atajos predecir el plegado de proteínas de forma robusta, utilizando sólo abordajes computacionales. ¿Y qué mejor forma de promover el progreso mediante una competencia amistosa?

Desde 1994 se lleva a cabo el evento CASP, *Critical Assessment of Structure Prediction*, cada 2 años, el cual es un experimento comunitario donde distintos grupos presentan sus propios métodos computacionales de predicción de estructuras proteicas y los someten a competencias para determinar cuál predice mejor una estructura. ¿Contra qué se compara? Contra estructuras determinadas experimentalmente mediante las técnicas mencionadas anteriormente pero que ninguno de los participantes conoce de antemano.

Año a año los métodos han ido mejorando, aunque sin saltos sustanciales. Hasta la CASP13 de 2018 y nuevamente en la CASP14 de 2020, donde el equipo de la empresa DeepMind logra romper todos los récords de precisión entre la predicción y la estructura real, utilizando una estrategia basada en Inteligencia Artificial (IA), cuyo software se llama AlphaFold. Probablemente al lector le suene esta empresa ya que son los mismos que desarrollaron AlphaGo, la IA que logró ganarle al campeón de Go en 2016 y que fueron adquiridos por Alphabet, la casa matriz de Google, en 2014. El código de AlphaFold fue liberado como código abierto en 2021 y nuevos jugadores de peso se han sumado con nuevos métodos, aunque en general basados las técnicas desarrolladas originalmente por el equipo de DeepMind.

Este desarrollo ha supuesto una verdadera revolución en la biología estructural. Las implicancias de obtener un método robusto que logre "foldear" (sic. De *fold*, plegar, plegado) proteínas en tiempos humanos (horas), requiriendo infraestructuras que no son mucho mayores a los de una PC *gamer* de alta gama, es un verdadero salto cualitativo. Tiene impactos grandes en los costos de desarrollo de fármacos, desarrollo de métodos de diagnóstico y ni

hablar de que nos permite a los académicos hacer experimentos divertidos que antes hubieran sido impensables.

Formación en Uruguay: brevísima historia y nueva propuesta de grado desde Universidad ORT Uruguay

Uruguay tiene una tradición en bioinformática más larga de lo que puede parecer a simple vista. Se hace Biología Computacional prácticamente desde que se empezó a reconstruir el sistema científico en la segunda mitad de los 80 con la fundación del Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA). Por ese entonces muchos científicos que se habían exiliado del país retornan con ciencia fresca de Europa y América del Norte, trayendo consigo conocimientos y técnicas computacionales para el análisis de secuencias biológicas. Y es que la disciplina como tal no es tanto más antigua, si consideramos su fundación en los trabajos de Margaret Oakley Dayhoff (Figura 3) en la década de los 60 con sus reportes sobre el uso de computadoras en medicina y biología, y sus matrices de sustitución PAM que se siguen utilizando hoy en día.

Como decía, en Uruguay se realiza biología computacional desde hace tres o cuatro décadas. Estudios formales sin embargo, recién existen desde 2008 con el lanzamiento de la Maestría en Bioinformática del PEDECIBA. Este programa admite graduados con formación desde la Biología y desde la Informática brindando cursos de nivelación en el primer trimestre, de acuerdo con la formación previa del estudiante.

Existen grupos de investigación en el área en la Udelar, en INIA, en el Instituto Clemente Estable, en el Institut Pasteur, por nombrar algunas

CONOCÉ TODOS LOS POSTGRADOS

- Master en Big Data
- Master en Inteligencia Artificial
- Diploma de Especialización en Analítica de Big Data
- Diploma de Especialización en Inteligencia Artificial
- Master en Ingeniería (por Investigación)
- Master en Gestión de Sistemas de Información
- Diploma de Especialización en Gestión de Sistemas de Información
- Doctorado en Ingeniería



CONSULTÁ
POR PRÓXIMOS
COMIENZOS, BECAS
E INSCRIPCIONES
ANTICIPADAS

Figura 3



instituciones, y más recientemente se viene generando un ecosistema de startups biotecnológicas en las que la bioinformática está cada vez más presente.

Hasta el momento no hay disponible una formación de grado para esta disciplina en Uruguay. La Facultad de Ingeniería de la Universidad ORT Uruguay se propuso hace un año estudiar la posibilidad de aprovechar su experiencia en biotecnología y en ciencias de la computación con el fin de brindar la primera carrera de grado en bioinformática del país. La facultad cuenta con carreras reconocidas en Ingeniería en Sistemas desde 1996 y el Labo-

ratorio de Biotecnología va a cumplir 15 años sirviendo de base a la Licenciatura e Ingeniería en Biotecnología.

La Universidad ORT Uruguay lanza la Licenciatura en Bioinformática en 2026 con aproximadamente un tercio de sus materias del área de Sistemas y Electrónica, otro tercio del área de Biotecnología, y un último tercio materias originales específicas de biología computacional. Se busca una formación fuerte en ciencias de la vida, informática y estadística, las tres disciplinas de las que se nutre esta nueva especialidad para generar científicos y científicas de datos especializados en biología.

LA ENERGIA DE SALTO GRANDE SE TRANSFORMA

La Renovación de Salto Grande es un proyecto de modernización integral del Complejo Hidroeléctrico Binacional.

Las obras en ejecución incluyeron la actualización de reguladores de velocidad, sistemas hidromecánicos, grúas puente y pórtico, así como la renovación de los sistemas de control, protección y comunicación del cuadrilátero de transmisión de 500 kV. También se destaca el tendido de fibra óptica OPGW con tecnología de trabajo con tensión y estudios avanzados para la rehabilitación de las unidades generadoras.



Conoce nuestros proyectos

Escaneá el QR para mayor información

www.saltogrande.org/rsg



Los profesionales de la Ingeniería del Uruguay

CARACTERIZACIÓN, DESAFÍOS Y PERSPECTIVAS

Autor

Ing. Juan J. Carrasco

La Asociación de Ingenieros del Uruguay (AIU) como ustedes saben, es una de las asociaciones gremiales más antiguas del país y cofundadora de organismos internacionales como la Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería y la Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros.

En consonancia de su mandato fundacional, defensa de la profesión y desarrollo de sus profesionales, decidió hace unos tres años impulsar la creación del **Observatorio de Ingeniería del Uruguay**.

Su misión será monitorear la realidad de la profesión, su evolución y perspectivas, generando un Hub de información y un ámbito donde promover entre todos los grupos de interés (Estado, universidades, organizaciones empresariales, instituciones de investigación y asociaciones profesionales) la construcción de políticas públicas y acciones privadas para potenciar la Ingeniería de forma que esta responda a los desafíos de progreso y bienestar de la sociedad uruguaya.

Un ámbito plural no vinculante de apoyo a los mecanismos institucionales entre los grupos de interés sobre la materia.

El alcance temporal del **Observatorio de Ingeniería** abarcará todas las etapas en la vida de los profesionales de la Ingeniería. Los últimos años de la educación secundaria, los años de formación universitaria y la mayor parte de la vida correspondiente al ejercicio de la profesión.

*“Este primer informe, titulado ‘**Los profesionales de la Ingeniería en el Uruguay · Caracterización, desafíos y perspectivas**’, se erige como un esfuerzo inédito en el país, marcando*

el inicio de una plataforma permanente destinada a estudiar, analizar y promover el rol de los ingenieros en el contexto nacional e internacional. La iniciativa se inserta en un conjunto de actividades que buscan facilitar el desarrollo intelectual, ético y material de las y los ingenieros, reconociendo que la profesión aporta a la innovación, al desarrollo sostenible, transformando la realidad, a través de procesos, sistemas, proyectos y obras”.

En el presente artículo comentamos brevemente la publicación **Los profesionales de la Ingeniería del Uruguay · Caracterización, desafíos y perspectivas**. Dicha publicación es el primer producto del Observatorio de Ingeniería del Uruguay el cual esperamos repetir periódicamente (3 a 5 años).

Fue financiada por el Ministerio de Educación y Cultura con la Dirección Nacional de Educación, y surge por el interés de la Asociación de Ingenieros del Uruguay por conocer las trayectorias educativas de los profesionales en Ingeniería del país, así como su inserción profesional en el mercado de trabajo.

Cabe destacar que el MEC vio en este trabajo una forma de aportar información a todos aquellos potenciales profesionales para mejorar sus decisiones vocacionales. Asimismo ha expresado su deseo de replicar estos estudios en otras profesiones.

La Oficina de Investigación y Estadística de la Dirección de Educación del Ministerio de Educación y Cultura enriqueció el alcance del trabajo desarrollando el primer apartado. En cuanto al segundo apartado, fue realizado por Equipos Consultores sobre la base de cuestionario del Observatorio de Ingeniería de España.

La publicación consta de dos grandes apartados. El presente artículo se centra en la segunda parte.

Parte 1 - La formación de los profesionales en Ingeniería desde la educación media hasta la educación superior

Esta primera parte analiza la composición de los estudiantes de educación superior desglosada de forma de ver la participación de orientaciones asociadas a la ingeniería en el año 2022. Asimismo caracteriza la oferta de carreras y el ingreso a la educación superior en 2023. Finalmente realiza una comparación internacional de la educación vinculada.

Parte 2 - Encuesta al colectivo de profesionales de la Ingeniería en Uruguay

Capítulo 1

Se hizo a partir de una encuesta similar del Observatorio de Ingeniería de España ajustada por la AIU, el Equipos de Estadística y Censo de la Dirección de Educación y Equipos Consultores.

Tomó como población objetivo a todas aquellas personas con título universitario en Ingeniería de cualquier especialidad, que residan en Uruguay y estén económicamente activas (empleadas en cualquier tipo de actividad o desempleadas). De un universo de 13.700 profesionales se logró una muestra de 1714 profesionales.

Ante las dificultades para obtener canales de contactos institucionales con los profesionales se optó por un esquema de bola de nieve. Se solicitó a quienes respondían la encuesta que compartieran el enlace con sus colegas.

Se envió una comunicación sobre el estudio en la que se invitaba a responder la encuesta a todas las personas socias profesionales de la AIU, así como a universidades, cátedras, centros de formación, empresas, cámaras empresariales y listas de profesionales de organizaciones que los agrupan. Se buscó heterogeneidad en la red de contactos de manera de alcanzar la mayor cantidad posible de profesionales.

La muestra obtenida fue de 1714 casos válidos y se ponderó usando método rake (iterativo,

postestratificación incompleta) para corregir desviaciones en variables clave sexo-edad, carrera y especialidad.

El cuestionario fue testeado y validado mediante entrevistas cognitivas en las oficinas de equipos Consultores.

El documento completo se puede encontrar y descargar en la web del MEC, de la AIU, o solicitar a la secretaria de la AIU.

Resultados

¿Cómo se caracterizan los ingenieros en el Uruguay?

Cabe destacar que los comentarios del presente artículo son generales pudiendo las distintas orientaciones tener variabilidades que se pueden ver en el propio informe.

¿Cuántos ingenieros y cómo es el conjunto de profesionales de la Ingeniería en Uruguay? Trayectoria educativa

Al año 2024 el universo de ingenieros e ingenieras es aproximadamente 14.000 según CJPPU, de lo cual resulta un ratio 3,9/1000 ingenieros/habitantes (frente a España unos 15,7/1000, Italia 11/1000, Francia 14,4/1000, Alemania 20,4/1000, datos 2018).

De la primera parte de la publicación se observa que la cantidad de ingenieros que egresan es similar porcentualmente a Argentina y Brasil, pero muy inferior a Chile o países del OCDE.

“En el año 2021, en nuestro país, los ingresos a carreras de Ingeniería representaron el 13% del total, cifras similares a las de Argentina y Brasil, con un 12,7% y 15,6% respectivamente, aunque aún se encuentra por debajo de Chile, que alcanza un 25,3%. Esta misma tendencia se refleja en los egresados de estas carreras, donde Chile lidera con un 19,3%, seguido de Brasil, Uruguay y Argentina con 14,3%, 13% y 8,3%, respectivamente.

En cuanto a la proporción de nuevos profesionales de Ingeniería por cada 1000 habitantes, Chile se mantiene a la cabeza con 5,06, superando a Argentina (1,02), Brasil (1,73), Uruguay (1,27) e incluso a España (3,43)”.

Estudios realizados en España muestran la necesidad de aumentar 250.000 profesionales para el 2030 generados en la propia España o de inmigración con un pase por las universidades españolas. Presentan asimismo una situación de emigración hacia otros países de Europa y EEUA.

La distribución por carrera se observa en el cuadro 1.1, del mismo se desprende que las carreras asociadas a computación son un tercio del universo y las que justifican el crecimiento de la matrícula universitaria de los últimos años. Estructura muy influenciada por el nivel de desarrollo de la industria.

Cuadro 1.1 Profesionales según titulaciones

	Total
Computación	33%
Civil	17%
Química	15%
Industrial mecánica	14%
Eléctrica	12%
Electrónica	4%
Alimentos	2%
Sistemas de comunicación	1%
Industrial	1%
Otros	2%
Base: total de encuestados	1714

Desde el punto de vista etario, la edad media de los ingenieros se ubica en los 42,6 años. Siendo un poco superior a la edad media 38,6 años del resto de los profesionales. Por lo tanto, hay un interés estable levemente a favor de que las nuevas generaciones abracen la profesión.

En cuanto a la distribución por sexo, 73% son varones y 27% mujeres, mostrando una relación inversa en otras profesiones pero en menor grado. La tendencia muestra un aumento del porcentaje de mujeres y la paridad es mejor que en otros países como indica el cuadro 1.3.

Cuadro 1.3 Comparación de la participación de mujeres en la profesión de Ingeniería

Países	% mujeres
Uruguay 2024	27%
España 2022*	20%
Francia*	22%
Italia*	18%
Alemania*	17%
*Fuente: Observatorio de la Ingeniería de España 2022.	

Foto: milanmarkovic (freepik.es)



Como es de esperar hay una fuerte concentración de profesionales cuya residencia es Montevideo, de orden del 77%, lo cual es mayor que la del resto de profesionales en general 69%. Esto está relacionado con la centralización del país, las economías departamentales, el tamaño de sus empresas y la ubicación de los ingenieros en las estructuras organizativas.

¿Cuál es la trayectoria en la educación superior?

En cuanto a trayectoria universitaria, “en líneas generales, el 70% de los ingenieros obtuvieron su título de grado en la Universidad de la República. Por su parte, la Universidad ORT y la Uni-

versidad Católica del Uruguay (UCU), como las principales instituciones privadas en la formación de los profesionales, cada una representa cerca del 10%. Sin embargo, ORT provee casi un 30% de egresados en Ingeniería en Computación, mientras que la Universidad Católica alcanza un 16% en ingenieros industriales”. Como novedad en la oferta formativa se encuentra la UTEC pero se encuentra en una etapa de consolidación.

¿En qué trabajan?

Cuadro 2.23 Ámbitos de desarrollo profesional (tres principales)

		ESPECIALIDAD INGENIERÍA					
	Total	Computación	Civil	Industrial	Química	Eléctrica	Otras
Proyectos	64%	70%	66%	62%	50%	67%	54%
Asesoramiento / consultoría	38%	39%	41%	40%	39%	29%	37%
Producción / operaciones	36%	36%	25%	35%	46%	35%	44%
Docencia, investigación y desarrollo	27%	28%	18%	21%	29%	34%	32%
Gestión empresarial	23%	21%	20%	32%	28%	20%	23%
Comercialización / servicios	15%	19%	10%	14%	16%	16%	14%
Gestión de obras de infraestructura	15%	2%	48%	18%	1%	19%	10%
Otros	7%	6%	5%	7%	9%	8%	7%
No sabe / No contesta	1%	2%	0%	1%	1%	0%	1%
Ninguno más	6%	7%	5%	5%	5%	6%	6%
Base: ingenieros que trabajan vinculados a la Ingeniería	1516	301	341	260	182	196	236
Pregunta: Del total de tiempo que dedica a su actividad profesional ¿en qué tres ámbitos de los siguientes se desarrolla su actividad profesional? Marque hasta tres (Respuesta Múltiple). Fuente: Encuesta sobre la situación profesional de las y los ingenieros en Uruguay 2024. Equipos Consultores.							

¿Cuál es la situación laboral actual de los ingenieros e ingenieras?

Cuadro 2.1 Situación laboral según especialidad

	ESPECIALIDAD INGENIERÍA						
	Total	Computación	Civil	Industrial	Química	Eléctrica	Otras
Trabajo vinculado a Ingeniería	90%	92%	92%	86%	85%	93%	82%
Trabajo NO vinculado a Ingeniería	7%	4%	6%	11%	12%	4%	13%
No trabaja	3%	4%	2%	3%	3%	3%	5%
Base: total de encuestados	1714	330	371	304	212	208	289
Fuente: Encuesta sobre la situación profesional de las y los ingenieros en Uruguay 2024. Equipos Consultores.							

Se puede decir que la ocupación de los ingenieros es alta, del orden del 97%, y similar a la tendencia mundial lo cual es compatible con un mundo donde la tecnología y la gestión juegan roles primordiales.

¿Cuáles son las características del trabajo principal?

Cuadro 2.5 Condición de ocupación de los ingenieros e ingenieras en Uruguay 2024 según edad y sexo

	Total	Hasta 29	30 a 39	40 a 49	50 o más	Varón	Mujer
Asalariado/a	72%	69%	74%	73%	69%	69%	80%
Cuenta propia / independiente	22%	30%	22%	20%	20%	23%	18%
Empresario/a	6%	1%	4%	7%	11%	8%	2%
Base: ingenieros que trabajan vinculados a la Ingeniería	1516	194	425	408	489	1091	424
Pregunta: Pensando en su trabajo principal, es decir, el que le genera los mayores ingresos, ¿en qué situación profesional se encuentra? Fuente: Encuesta sobre la situación profesional de las y los ingenieros en Uruguay 2024. Equipos Consultores.							

El porcentaje de profesionales bajo la modalidad de dependencia es alto, del 72% parecería existir una tendencia a aumentar los profesionales asalariados.

El 72% trabaja en empresas de más de 100 trabajadores y un 37% para el sector público (asalariados y por libre ejercicio de la profesión). También se observa un bajo porcentaje de ingenieros empresarios (aunque mayor que en España). Asimismo como se apreciaba en otros aspectos aparece cierta brecha de género.

Trabajan en general en contacto con empresas y técnicos del exterior frecuentemente.

Salvo los ingenieros en computación, el porcentaje de profesionales que trabajan para el exterior es bajo.

Cuadro 2.15 Cargo que ocupan ingenieros e ingenieras asalariados en su trabajo principal, vinculado a la Ingeniería (excluye a cuentapropistas y empresarios)

	Ingenieras/os asalariados
Cargo técnico	43%
Mando intermedio	27%
Gerencia Direcciones Operativas	10%
Gerencia Direcciones Funcionales y otras Direcciones	8%
Gerencia de staff o actividades centralizadas	4%
Dirección General / CEO	2%
Otros cargos	6%
<i>Pregunta: ¿Qué cargo ocupa en la empresa/organización para la que trabaja?</i> <i>Fuente: Encuesta sobre la situación profesional de las y los ingenieros en Uruguay 2024. Equipos Consultores.</i>	

En comparación con la encuesta similar realizada en España en 2022 en el marco del Observatorio de la Ingeniería de España, se destaca que los ingenieros e ingenieras en Uruguay se desempeñan en mayor proporción en cargos gerenciales o de dirección. Aspecto que puede ser debido a la estructura industrial del Uruguay y debe ser considerado dentro de la oferta de formación.

¿Qué ingresos perciben los ingenieros e ingenieras?

Cuadro 2.29 Ingresos totales mensuales según especialidad

	ESPECIALIDAD INGENIERÍA						
	Total	Computación	Civil	Industrial	Química	Eléctrica	Otras
Hasta \$ 100.000 mensuales	21%	12%	24%	28%	28%	21%	30%
De \$ 100.001 a \$ 130.000 mensuales	25%	23%	24%	22%	33%	28%	21%
De \$ 130.001 a \$ 200.000 mensuales	26%	27%	23%	26%	22%	29%	26%
Más de \$ 200.000 mensuales	25%	34%	28%	21%	14%	20%	19%
No sabe / No contesta	3%	3%	2%	3%	3%	2%	3%
Base: ingenieros que trabajan vinculados a la Ingeniería	1516	301	341	260	182	196	236
<i>Pregunta: Considerando todos sus trabajo actuales ¿en qué intervalo se encuentra su salario líquido mensual? Registre en pesos uruguayos.</i> <i>Fuente: Encuesta sobre la situación profesional de las y los ingenieros en Uruguay 2024. Equipos Consultores.</i>							

Cuadro 2.30 Ingresos totales mensuales según sexo y edad

	Total	18 a 29 Varón	18 a 29 Mujer	30 a 39 Varón	30 a 39 Mujer	40 a 49 Varón	40 a 49 Mujer	50 o + Varón	50 o + Mujer
Hasta \$ 100.000 mensuales	21%	58%	74%	19%	43%	6%	16%	9%	13%
De \$ 100.001 a \$ 130.000 mensuales	25%	22%	14%	28%	38%	25%	35%	16%	26%
De \$ 130.001 a \$ 200.000 mensuales	26%	11%	8%	28%	12%	32%	31%	28%	35%
Más de \$ 200.000 mensuales	25%	6%	2%	24%	6%	33%	16%	43%	25%
No sabe / No contesta	3%	3%	1%	2%	2%	4%	1%	4%	1%
Base: ingenieros que trabajan vinculados a la Ingeniería	1516	119	75	282	143	286	122	404	84
Pregunta: Considerando todos sus trabajo actuales ¿en qué intervalo se encuentra su salario líquido mensual? Registre en pesos uruguayos. Fuente: Encuesta sobre la situación profesional de las y los ingenieros en Uruguay 2024. Equipos Consultores.									

Energía que impulsa el futuro de un país



Ingener

ingener.com

Av. Italia 7274 / Tel: +598 2600 7274 Montevideo, Uruguay



ingener



@ingener.sa

Los salarios se ubican por encima de los niveles medios de los profesionales en general y por debajo de los niveles que muestran otros observatorios de ingeniería europeos consultados. Comentarios que requieren un análisis más profundo en función de la capacidad de compra local, el desarrollo y estructura de nuestro país, la competitividad de los servicios de ingeniería, etc.

Asimismo observamos que los ingresos siguen una curva etaria de ingresos crecientes y también se aprecia una brecha de sexo. Este último aspecto debe ser analizado más profundamente en función del acceso de la mujer a cargos directivos y también al emprendedurismo.

¿Cuál es la percepción en cuanto a reconocimiento por la sociedad?

“El mismo consenso se observa en relación con la percepción sobre la valoración social de la profesión. Algo más del 80% entiende que la profesión está, al menos, bien valorada. Este indicador es importante, no solo porque de esta forma aumenta la posibilidad de ser una profesión atractiva para las nuevas generaciones, sino porque permite observar la constitución de un colectivo que se consolida bajo esta valoración, lo cual es un indicador de reconocimiento”.

Cuadro 1.18 Percepción sobre la valoración social de la profesión según especialidad

	ESPECIALIDAD INGENIERÍA						
	Total	Computación	Civil	Industrial	Química	Eléctrica	Otras
Muy bien valorada	37%	36%	39%	43%	34%	36%	31%
Bien valorada	45%	47%	41%	41%	50%	46%	46%
Ni bien ni mal valorada	13%	13%	14%	10%	11%	15%	17%
Mal valorada	3%	2%	4%	5%	2%	3%	5%
Para la sociedad no tiene valor	1%	1%	1%	1%	1%	0%	0%
No sabe / No contesta	1%	2%	1%	0%	2%	1%	0%
Base: total de encuestados	1600	307	342	290	207	192	262
Valoración positiva	82%	83%	80%	84%	84%	81%	77%

Pregunta: Desde su punto de vista, ¿cómo cree que la sociedad en su conjunto valora la profesión de ingeniero/a en Uruguay?
Fuente: Encuesta sobre la situación profesional de las y los ingenieros en Uruguay 2024. Equipos Consultores.



Foto: The Yuri Arcurs Collection (freepik.es)

Cuadro 3.3 Satisfacción con el trabajo según las características

		Muy satisfecho + satisfecho
	Total	74%
Especialidad Ingeniería	Computación	75%
	Civil	73%
	Industrial	75%
	Química	80%
	Eléctrica	69%
	Otras	73%
Edad	Hasta 29	73%
	30 a 39	71%
	40 a 49	75%
	50 o más	79%
Sexo	Varón	76%
	Mujer	71%
Máximo nivel educativo obtenido	Grado en Ingeniería	72%
	Diploma especialización	71%
	Maestría	80%
	Doctorado	84%
Cantidad de trabajos vinculados a la Ingeniería	1 trabajo	72%
	2 trabajos	79%
	3 o más trabajos	82%
Condición de ocupación (trabajo principal vinculado a la Ingeniería)	Asalariado público	63%
	Asalariado privado	76%
	Cuenta propia / independiente	83%
	Empresario	92%
Ingresos por trabajo	Hasta \$ 100.000 / mes	57%
	De \$ 100.000 a \$ 200.000 / mes	72%
	Más de \$ 200.000 / mes	91%
Fuente: Encuesta sobre la situación profesional de las y los ingenieros en Uruguay 2024. Equipos Consultores.		

Cuadro 2.31 Satisfacción con los ingresos según especialidad

		ESPECIALIDAD INGENIERÍA					
	Total	Computación	Civil	Industrial	Química	Eléctrica	Otras
Muy satisfecho/a	10%	14%	7%	10%	8%	6%	9%
Satisfecho/a	40%	40%	37%	50%	42%	37%	35%
Ni satisfecho/a ni insatisfecho/a	22%	19%	24%	21%	24%	26%	27%
Insatisfecho/a	21%	18%	24%	15%	22%	25%	22%
Muy insatisfecho/a	6%	6%	7%	4%	3%	6%	7%
No sabe / No contesta	1%	2%	0%	0%	1%	0%	0%
Base: ingenieros que trabajan vinculados a la Ingeniería	1516	301	341	260	182	196	236
Pregunta: ¿Cuán satisfecho/a está con los ingresos que obtiene por su trabajo como ingeniero/a? Fuente: Encuesta sobre la situación profesional de las y los ingenieros en Uruguay 2024. Equipos Consultores.							

Cuadro 2.32 Satisfacción con los ingresos según nivel de ingresos

		NIVEL DE INGRESOS MENSUALES TOTALES		
	Total	Hasta \$ 100.000 / mes	De \$ 100.000 a \$ 200.000 / mes	Más de \$ 200.000 / mes
Muy satisfecho/a	10%	3%	3%	30%
Satisfecho/a	40%	19%	43%	53%
Ni satisfecho/a ni insatisfecho/a	22%	24%	28%	10%
Insatisfecho/a	21%	38%	22%	5%
Muy insatisfecho/a	6%	15%	4%	3%
No sabe / No contesta	1%	0%	0%	0%
Base: ingenieros que trabajan vinculados a la Ingeniería	1516	337	740	392
Pregunta: ¿Cuán satisfecho/a está con los ingresos que obtiene por su trabajo como ingeniero/a? Fuente: Encuesta sobre la situación profesional de las y los ingenieros en Uruguay 2024. Equipos Consultores.				

Los ingenieros se sienten muy valorados y se encuentran satisfechos con su profesión. Sin embargo el nivel de satisfacción con su trabajo y remuneración, si bien es positiva, es menor. Lo que incide en que un 21% estaría dispuesto a cambiar de trabajo.

Cuadro 3.5 Condiciones para cambiar de trabajo según especialidad

		ESPECIALIDAD INGENIERÍA					
	Total	Computación	Civil	Industrial	Química	Eléctrica	Otras
Mejorar salario	77%	83%	71%	72%	78%	72%	76%
Reducción de horas / días laborales	42%	47%	43%	38%	41%	35%	33%
Tipo de trabajo	33%	35%	31%	35%	33%	32%	27%
Acceder a trabajo remoto	25%	31%	20%	21%	24%	19%	24%
Otras	8%	8%	7%	8%	10%	8%	6%
No sabe / No contesta	7%	5%	8%	12%	5%	10%	7%
Base: ingenieros que trabajan vinculados a la Ingeniería	1516	301	341	260	182	196	236
Pregunta: Más allá que tenga previsto hacerlo o no, ¿cuáles serían sus condiciones para cambiar de trabajo? (Respuesta Múltiple). Fuente: Encuesta sobre la situación profesional de las y los ingenieros en Uruguay 2024. Equipos Consultores.							

Entre los factores que aparecen, además de la remuneración, se encuentra el horario de trabajo que en general es superior al resto de los profesionales con un promedio de 40,3 horas semanales frente a 36,7%, el tipo de trabajo y un factor que es acceder al teletrabajo.

¿Qué formación poseen?

La edad media de egreso de la carrera se ubica en torno a los 27,4 años con una mediana de 26 años. De lo cual se deduce que un ingeniero tendrá que mantener sus competencias cerca de 40 años según la tendencia de los organismos de seguridad social.



Asimismo el 41% del total han cursado estudios de posgrado y 26% alcanzaron la maestría, número por encima de los profesionales del país como lo muestra el cuadro 1.10.

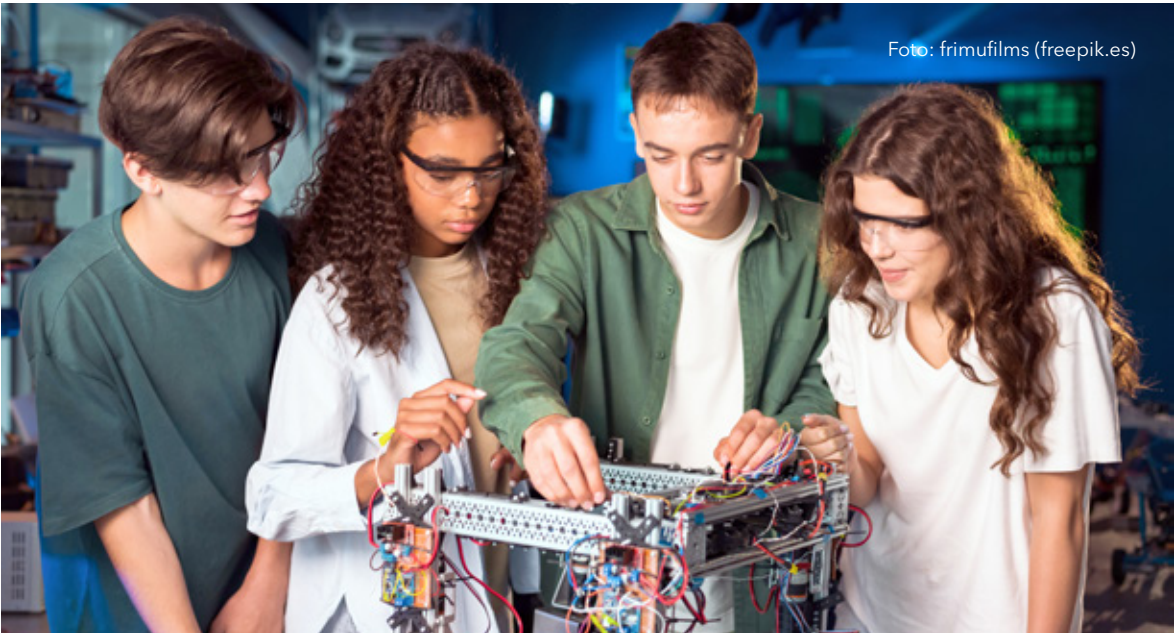
Cuadro 1.10 Máximo nivel formativo según especialidad

		ESPECIALIDAD INGENIERÍA				
	Total	Computación	Civil	Industrial	Química	Eléctrica
Grado en Ingeniería	58%	68%	58%	56%	48%	52%
Diploma de especialización	12%	10%	11%	12%	12%	17%
Maestría	26%	21%	26%	31%	31%	25%
Doctorado	3%	1%	3%	2%	7%	5%
Otros	0,1%	0%	0%	1%	0%	0%
No sabe / No contesta	1%	0%	2%	0%	2%	1%
Base: total de encuestados que responden	1699	328	367	302	212	208
Fuente: Encuesta sobre la situación profesional de las y los ingenieros en Uruguay 2024. Equipos Consultores.						

¿Cuán difícil es la carrera de Ingeniería?

Cuadro 1.17 Percepción de dificultad de la carrera según especialidad

		ESPECIALIDAD INGENIERÍA					
	Total	Computación	Civil	Industrial	Química	Eléctrica	Otras
Muy fácil	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fácil	2%	3%	1%	1%	1%	3%	1%
Ni difícil ni fácil	20%	23%	19%	16%	22%	18%	16%
Difícil	62%	60%	64%	62%	65%	61%	58%
Muy difícil	17%	14%	15%	22%	12%	19%	25%
Base: total de encuestados	1699	328	367	302	212	208	282
Difícil + Muy difícil	78%	74%	80%	83%	77%	80%	83%
Pregunta: Para usted, ¿cuán difícil o fácil es la carrera de Ingeniería para quien la cursa? Fuente: Encuesta sobre la situación profesional de las y los ingenieros en Uruguay 2024. Equipos Consultores.							



Las opiniones sobre la dificultad de la carrera se mantienen en todos los grupos etarios y en ambos sexos. Opinión que hemos visto en encuestas de otros países.

Cuadro 1.11 Tiempo transcurrido desde la última formación en el campo de la Ingeniería

		ESPECIALIDAD INGENIERÍA				
	Total	Computación	Civil	Industrial	Química	Eléctrica
Hace 3 meses o menos	26%	29%	19%	24%	24%	30%
Hace entre 4 y 12 meses	16%	14%	18%	19%	14%	13%
Hace entre 1 y 3 años	19%	15%	22%	20%	23%	28%
Hace 4 años o más	24%	23%	31%	24%	23%	20%
No he recibido formación adicional a la carrera	14%	17%	10%	12%	15%	10%
No sabe / No contesta	1%	2%	1%	1%	0%	1%
Base: total de encuestados	1697	328	367	302	212	208
Pregunta: Sin contar la carrera, ¿cuánto tiempo hace de la última vez que ha recibido formación en el ámbito de la Ingeniería? Fuente: Encuesta sobre la situación profesional de las y los ingenieros en Uruguay 2024. Equipos Consultores.						

Estas ratios son bastante menores a las registradas en observatorios de otros países. Habiendo un campo para la formación continua al igual que a la formación dual durante el estudio de la carrera.

The background of the entire page is a close-up, artistic photograph of an industrial process. It shows a robotic arm or a grinding tool in motion, creating a dense spray of bright orange and yellow sparks that fan out from the center. The machinery is dark and metallic, with some parts appearing to be made of brass or a similar polished metal. The lighting is dramatic, highlighting the texture of the sparks and the mechanical components.

Berkes

Group

ENGINEERING IDEAS

Con más de 85 años de vida, nacida en Uruguay, con sede central en Montevideo y oficinas en Madrid, Copenhague y Nueva Delhi, Berkes es hoy un Grupo global de empresas especializadas en ingeniería.

Berkes Group opera en los sectores de construcción, desarrollos inmobiliarios, vialidad y energías renovables, tanto en el ámbito público como en el privado.

¿Qué necesidades de formación identifican de cara al futuro?

Cuadro 1.15 Necesidades de formación según especialidad

		ESPECIALIDAD INGENIERÍA					
	Total	Computación	Civil	Industrial	Química	Eléctrica	Otras
Inteligencia Artificial	66%	81%	46%	62%	58%	65%	68%
Análisis de datos	52%	58%	42%	50%	56%	41%	60%
Liderazgo y comunicación	50%	51%	51%	44%	54%	51%	46%
Dirección de proyectos	39%	36%	52%	32%	35%	41%	39%
Gestión empresarial	35%	26%	41%	39%	39%	38%	35%
Idiomas	31%	40%	30%	24%	26%	27%	28%
Transición energética	30%	13%	20%	57%	48%	39%	26%
Sostenibilidad y ODS	25%	15%	28%	28%	44%	18%	26%
Finanzas	22%	19%	32%	19%	19%	23%	18%
Economía circular	21%	11%	22%	22%	38%	14%	28%
Emprendedurismo	17%	22%	12%	16%	13%	18%	15%
Comercialización de servicios de Ingeniería	17%	18%	18%	18%	13%	15%	16%
Gestión de infraestructuras	16%	11%	40%	10%	6%	15%	17%
Smart Cities - IoT	13%	16%	13%	7%	3%	21%	19%
Bioingeniería	13%	18%	5%	8%	11%	15%	16%
Mecatrónica	6%	5%	2%	15%	7%	6%	6%
Otra	4%	6%	4%	2%	1%	3%	5%
Ninguna / ninguna más	19%	23%	14%	20%	14%	20%	16%
Base: total de encuestados	1631	312	351	294	209	195	270
Pregunta: Teniendo en cuenta su trayectoria profesional y sus aspiraciones, ¿qué cinco necesidades de formación relacionadas con la Ingeniería prevé de cara al futuro? Fuente: Encuesta sobre la situación profesional de las y los ingenieros en Uruguay 2024. Equipos Consultores.							

La formación del futuro ingeniero y la actualización continua, así como la certificación de competencias es un aspecto que profundizar en un mundo de acelerados cambios tecnológicos.

Se observa en varios resultados de la encuesta que tanto la IA como los cambios tecnológicos, si bien son evaluados como positivos, generan un foco de incertidumbre y atención.

¿Cuáles son las habilidades de un/una ingeniera del futuro?

Cuadro 1.16 Habilidades de un/una ingeniera del futuro (hasta 5 menciones)

		ESPECIALIDAD INGENIERÍA					
	Total	Computación	Civil	Industrial	Química	Eléctrica	Otras
Capacidad de trabajo en equipo	65%	69%	63%	59%	63%	68%	62%
Capacidad de aprendizaje	57%	64%	48%	54%	47%	67%	58%
Adaptabilidad	53%	54%	53%	50%	58%	48%	56%
Habilidades sociales como empatía, buena comunicación	49%	47%	48%	54%	51%	49%	47%
Proactividad	43%	40%	47%	46%	43%	43%	47%
Facilidad para relacionarse con nuevas tecnologías	41%	42%	45%	37%	46%	34%	42%
Capacidad de innovación	39%	44%	39%	33%	39%	29%	45%
Capacidad de liderazgo	38%	25%	46%	44%	46%	42%	38%
Resiliencia y tenacidad	34%	32%	36%	35%	34%	37%	39%
Identificar condiciones de entorno y sentido común	24%	20%	25%	22%	33%	31%	19%
Capacidad de trabajar autónomamente	14%	14%	13%	15%	11%	18%	13%
Capacidad emprendedora	13%	11%	10%	20%	13%	13%	11%
Agilidad	10%	13%	9%	9%	9%	8%	7%
Otras	1%	2%	2%	2%	1%	1%	1%
Base: total de encuestados	1605	308	343	292	207	192	263
Pregunta: Pensando en las habilidades que debería tener un ingeniero/a del futuro, ¿cuál de las siguientes destacaría en 1er lugar? ¿Y de las restantes cuál pondría en 2o / 3er / 4o / 5o lugar? Fuente: Encuesta sobre la situación profesional de las y los ingenieros en Uruguay 2024. Equipos Consultores.							

Percepciones sobre la afectación de su trabajo por cambios en procesos

¿Cómo perciben los ingenieros que el desarrollo y las nuevas tecnologías afectaran su trabajo?

“Dos de cada tres ingenieros e ingenieras encuestados consideran que su trabajo se verá afectado por cambios en los procesos relacionados con la inteligencia artificial, la competencia global, la digitalización y otras transformaciones tecnológicas”.

Cuadro 2.27 Procesos que pueden afectar el trabajo según especialidad

		ESPECIALIDAD INGENIERÍA					
	Total	Computación	Civil	Industrial	Química	Eléctrica	Otras
Inteligencia Artificial	43%	61%	30%	39%	32%	39%	34%
Velocidad de los cambios tecnológicos	38%	49%	29%	34%	34%	35%	34%
Competencia global	30%	38%	25%	28%	28%	21%	22%
Digitalización	15%	12%	17%	21%	18%	13%	16%
Otros	4%	3%	3%	5%	4%	4%	3%
Ninguno de los anteriores, porque mi trabajo depende más de mí	18%	13%	23%	14%	21%	20%	26%
No lo sé	18%	12%	22%	23%	20%	19%	16%
Base: ingenieros que trabajan vinculados a la Ingeniería	1516	301	341	260	182	196	236
Pregunta: ¿Considera que su trabajo se verá afectado por alguno de estos procesos? (Respuesta Múltiple). Fuente: Encuesta sobre la situación profesional de las y los ingenieros en Uruguay 2024. Equipos Consultores.							



Cuadro 2.28 Percepción sobre la afectación de procesos actuales en su trabajo según especialidad

		ESPECIALIDAD INGENIERÍA					
	Total	Computación	Civil	Industrial	Química	Eléctrica	Otras
Muy positiva	6%	6%	8%	8%	3%	4%	7%
Positiva	43%	40%	41%	52%	40%	46%	52%
Ni positiva ni negativa	29%	32%	28%	18%	29%	36%	24%
Negativa	14%	13%	15%	18%	19%	8%	15%
Muy negativa	2%	2%	2%	0%	2%	2%	1%
No lo sé	6%	8%	7%	3%	8%	4%	2%
Base: ingenieros que trabajan vinculados a la Ing. y mencionan algún proceso actual que afectará su trabajo	941	223	192	163	109	122	132
Pregunta: Y entiende que esa afectación será... Fuente: Encuesta sobre la situación profesional de las y los ingenieros en Uruguay 2024. Equipos Consultores.							

Conclusiones

Queremos indicar que “este informe representa un esfuerzo por aportar evidencia relevante para la toma de decisiones estratégicas en el ámbito educativo, laboral y de políticas públicas”.

“Busca contribuir al diseño de iniciativas que promuevan un desarrollo sostenible del sector de la Ingeniería en Uruguay”.

Deja abiertas a responder algunas preguntas como:

¿Cuántos ingenieros e ingenieras debería tener el Uruguay en los próximos 10 años?

¿Qué tipos de actividades requieren mayor número de ingenieros y se encuentran alineadas con las posibilidades del Uruguay?

¿Falta divulgación de la Ingeniería a nivel de la formación básica?

¿Qué carreras se deben fomentar y por qué mecanismos?

¿Cómo debe ser la formación del ingeniero en un mundo de evolución rápida de la tecnología?

¿Cómo mejorar la cantidad de estudiantes que egresan de las universidades?

¿Se puede introducir mecanismos de formación dual?

¿Se pueden mejorar los mecanismos para facilitar la introducción a la profesión y un primer empleo?

¿Mejorar la participación de los ingenieros en las empresas, en particular en las pequeñas, como forma de hacerlas más competitivas?

¿Cómo mantener las competencias de los ingenieros a un nivel de calidad mundial durante el ciclo de vida profesional?

¿Cómo exportar servicios e Ingeniería?

¿Cómo retener para el país las competencias en materia de Ingeniería?

Estas preguntas son solamente una tormenta de ideas que pensamos enriquecer, ordenar y priorizar en actividades con los grupos de interés Estado, Academia, las Cámaras Empresariales.

Para ello el plan de trabajo es el siguiente:

- a) Difundir el presente trabajo a través de algunos desayunos o eventos.
- b) Encuestar a los grupos de interés.
- c) Formalizar el Observatorio de Ingeniería.
- d) Desarrollar actividades de análisis de la información existente.
- e) Crear un Hub de información del Observatorio.
- f) Establecer un plan de trabajo a desarrollar a partir de 2026.

Queremos agradecer a las autoridades nacionales, especialmente al Ministerio de Educación y Cultura, Dirección Nacional de Educación, al equipo de la Oficina de Investigación y Estadística del MEC y a Equipos Consultores.

Especialmente enviamos un agradecimiento a los 1714 ingenieros que participaron en la encuesta que con un sentido de pertenencia sana brindaron su tiempo para llenar un cuestionario relativamente extenso pero necesario.

Este trabajo es por ustedes, para ustedes y con ustedes.



Foto: wosunan
(freepik.es)

Detectores de arco ABB AFDD: Seguridad eléctrica avanzada

PREVENCIÓN INTELIGENTE DE INCENDIOS DE ORIGEN ELÉCTRICO

Autor

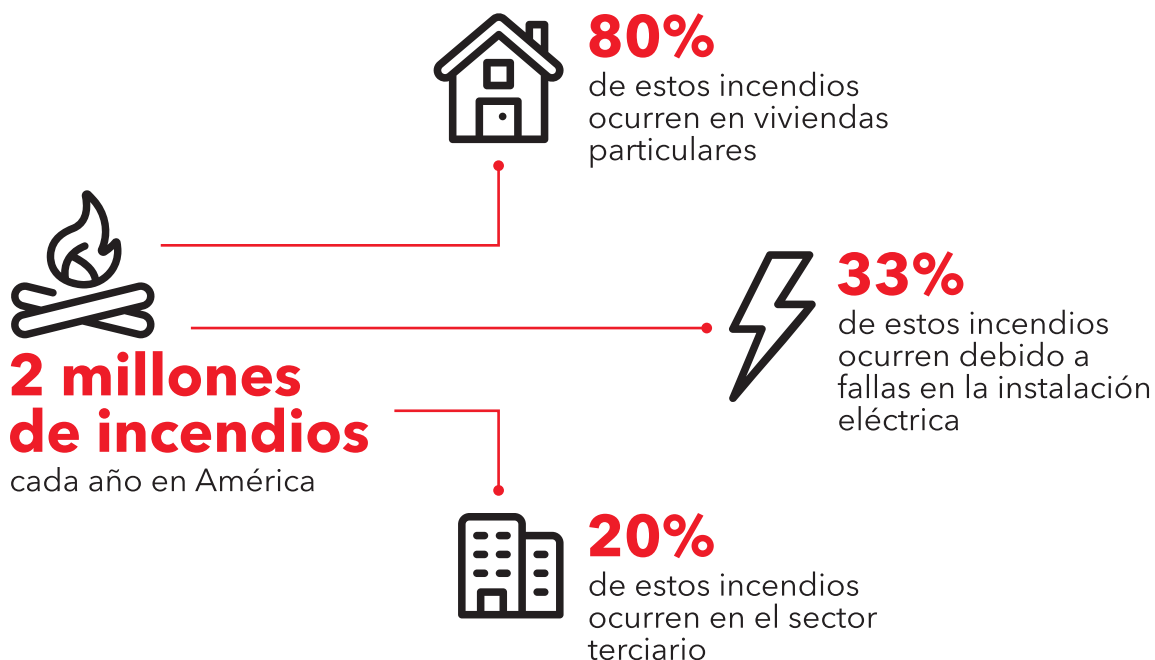
Ing. Daniel Pérez

Sales Support Specialist

Introducción

Cada año se registran en América más de dos millones de incendios, y una proporción alarmante de ellos —alrededor del 33%— tiene su origen en fallas en la instalación eléctrica, siendo las fallas de arco eléctrico una de las causas más frecuentes y peligrosas. Estos arcos invisibles a simple vista y difíciles de detectar con protecciones tradicionales, pueden generar temperaturas extremas capaces de iniciar incendios en segundos.

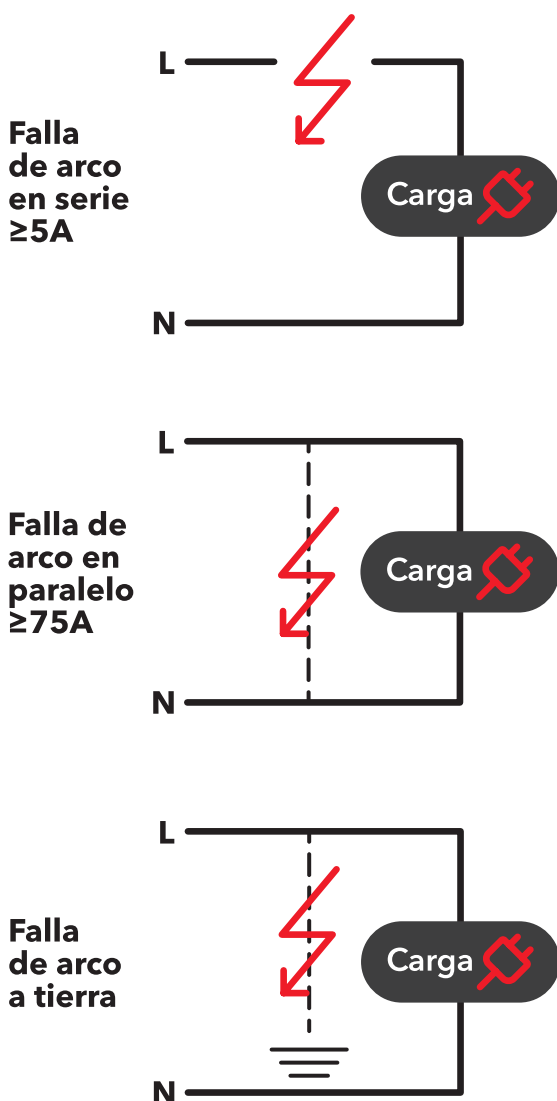
Frente a este riesgo ABB ha desarrollado una solución innovadora: los dispositivos de detección de fallas de arco (AFDD) que permiten una protección proactiva y eficaz en todo tipo de edificaciones.



¿Qué es un fallo por arco?

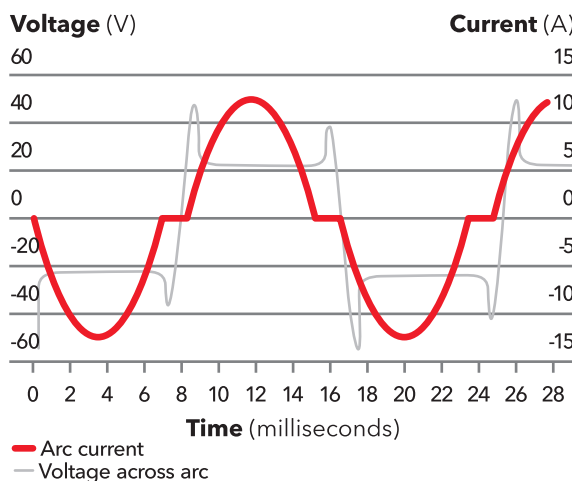
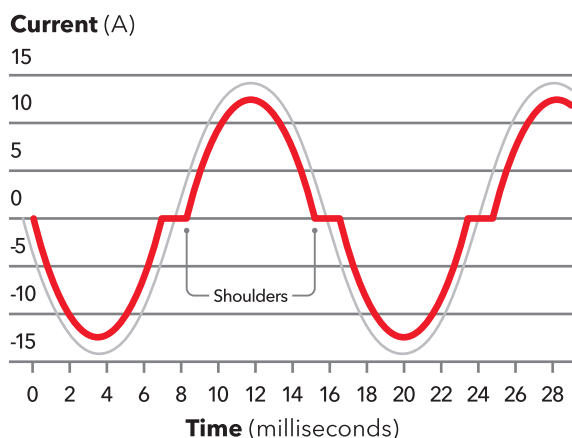
Un fallo por arco eléctrico ocurre cuando existe una descarga involuntaria entre conductores, generando calor intenso y chispas que, en presencia de materiales combustibles, pueden iniciar un incendio. Las causas frecuentes incluyen aislamiento dañado, cables deteriorados o mal instalados, conexiones flojas o envejecidas, presencia de humedad o cuerpos extraños. Estas fallas pueden clasificarse en:

- **Fallas de arco en serie:** ocurren dentro de un conductor interrumpido.
- **Fallas de arco en paralelo:** entre conductores activos.
- **Fallas de arco a tierra:** entre un conductor activo y tierra.



La forma de la corriente durante la presencia de un arco eléctrico difiere de la onda senoidal típica de la corriente alterna. Esta presenta una deformación al pasar por el punto cero, ya que en ese instante la fuente no puede mantener el arco.

Corriente y tensión durante un arco eléctrico



Este tipo de fallos no siempre es identificado por dispositivos tradicionales como interruptores automáticos o diferenciales. Su detección temprana es esencial para evitar consecuencias graves tanto en propiedades como en vidas humanas.

Solución ABB: Detectores AFDD

Los Arc Fault Detection Devices (AFDD) de ABB están diseñados para monitorear de forma continua los patrones eléctricos de los circuitos.

tos, detectando las características específicas de un arco eléctrico peligroso. Una vez identificado el riesgo el dispositivo desconecta automáticamente el suministro de energía. Estos dispositivos incorporan una unidad electrónica que analiza la señal de corriente para identificar patrones característicos de fallas de arco. Entre sus funciones destacan:

- **Detección temprana** de fallas en serie, en paralelo y a tierra.
- **Protección contra sobretensiones permanentes** (hasta 275 V).
- **Indicadores LED** que permiten identificar el tipo de fallo.

- **Memoria de fallos** para facilitar el diagnóstico posterior.
- **Autotest continuo** para garantizar el correcto funcionamiento.

Los modelos **S-ARC1**, que combinan un AFDD con un interruptor magnetotérmico (MCB), y el **DS-ARC1**, que incorpora además protección diferencial (RCBO). Ambos dispositivos están diseñados para detectar fallas de arco en sus tres formas más comunes: en serie, en paralelo y a tierra, desconectando el circuito afectado de manera inmediata y segura. Estos dispositivos cumplen con la norma IEC 62606, ofreciendo una solución compacta y eficaz para la protección contra incendios eléctricos.

Característica	S-ARC1	DS-ARC1
Protección contra fallas de arco	✓	✓
Protección contra sobrecargas	✓	✓
Protección contra cortocircuitos	✓	✓
Protección diferencial (fugas a tierra)	✗	✓
Protección contra sobretensiones	✓	✓
Indicador de falla a tierra	✗	✓
Ancho del dispositivo	2 módulos	3 módulos

Agosto
7

Calidad de energía
(REF7)

Agosto
28

**Protección contra
contactos indirectos**
(REF8)

Septiembre
11

**Calidad de Media
Tensión**
(REF9)

Octubre
2

UPS
(REF10)

Octubre
23

**Instrumentación
industrial**
(REF11)

Noviembre
13

**Monitoreo de condición
de variadores y motores**
(REF12)

—
Capacitaciones ABB Uruguay
Ciclo 2025

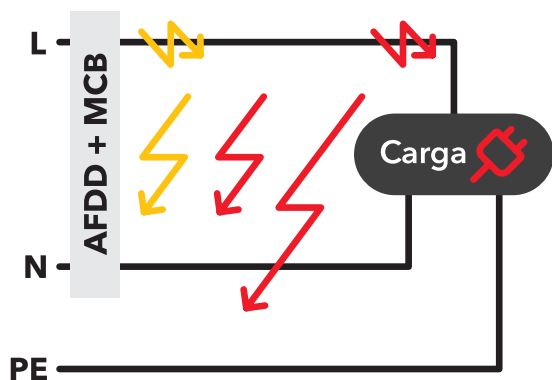
Sin costo para socios de AIU.

Inscripciones:





**S-ARC1 AFDD
con MCB integrado**

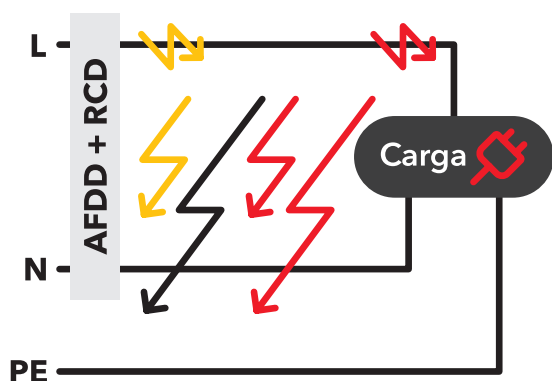


Protección contra:

- Sobrecorriente (cortocircuitos, sobrecarga).
- Fallas en serie, paralelo y de tierra.



**DS-ARC1 AFDD
con RCD integrado**



Protección contra:

- Sobrecorriente (cortocircuitos, sobrecarga).
- Corrientes de falla a tierra.
- Fallas en serie, paralelo y de tierra.

Cumplimiento normativo

Los dispositivos AFDD de ABB cumplen con la norma internacional IEC 60364 que establece la necesidad de detectar fallos de arco como parte de la protección integral en circuitos finales. Además se alinean con recomendaciones de organismos reguladores europeos y latinoamericanos que promueven la adopción de tecnologías preventivas.

Según la norma IEC 60364, se recomienda el uso de AFDDs en:

- Guarderías, residencias geriátricas y centros de atención especial.
- Instalaciones con materiales inflamables, como carpinterías, imprentas y plantas de papel.
- Edificios con bienes culturales, como museos, bibliotecas y archivos.
- Viviendas y hoteles, especialmente en dormitorios y espacios con electrodomésticos de alta carga (lavadoras, secadoras, lavavajillas).
- Edificios de gran altura, donde el efecto chimenea puede acelerar la propagación del fuego.

También se destaca su importancia en proyectos de remodelación, donde la infraestructura eléctrica podría presentar debilidades ocultas.

Perspectiva futura

La evolución de las redes eléctricas inteligentes junto con la creciente demanda de seguridad, coloca a los detectores AFDD como piezas fundamentales en el diseño eléctrico moderno. ABB continúa desarrollando soluciones integradas donde la eficiencia, sostenibilidad y protección se conjugan en un solo producto.

Conclusión

Los detectores de arco representan un avance significativo en la prevención de incendios eléctricos. Su incorporación en proyectos residenciales, comerciales e industriales no solo fortalece la seguridad, sino que contribuye a una cultura de prevención basada en la tecnología. Elegir ABB es apostar por confiabilidad, innovación y tranquilidad.

stiler

INGENIERÍA Y
CONSTRUCCIÓN



Ingeniería que conecta y transforma.

En Stiler desarrollamos obras que integran el país, fortalecen la economía y conectan personas.

Detrás de cada proyecto hay equipos técnicos comprometidos y una ingeniería aplicada con precisión, visión y sentido de país.

stiler.com.uy

UNA EMPRESA DE

grupo **avax**

Estructuras del Uruguay: Redefiniendo la forma de construir



Autor

Arq. Pablo Carrizo

Gerente General de Estructuras
del Uruguay

Con una apuesta firme a transformar los métodos tradicionales y responder a las exigencias globales de contar con soluciones industrializadas, eficientes y sostenibles, en Estructuras del Uruguay continuamos consolidándonos como referentes en el desarrollo de estructuras de hormigón premoldeado en el mercado nacional.

La empresa fundada en 2008 con capitales 100% uruguayos y respaldada por la trayectoria de Grupo Avax, impulsa una forma distinta de construir, más ágil, más segura, con una apuesta estética innovadora y con procesos controlados que minimizan la incertidumbre habitual de las obras convencionales.

Nuestro objetivo no es solo fabricar hormigón premoldeado sino ser parte activa de una transformación en la forma de construir en Uruguay. La innovación está en el centro de nuestra estructura, como respuesta a las demandas del mercado y como un factor clave para nuestro crecimiento y diferenciación en la industria.

A lo largo de estos 17 años de trayectoria, hemos desarrollado una amplia gama de soluciones, las que producimos en nuestra planta ubicada en las afueras de la ciudad de Progreso, en el departamento de Canelones.

Ofrecemos una gran variedad de alternativas premoldeadas que complementamos con otros sistemas industrializados como estructuras metálicas y obras in situ, según las nece-

sidades del proyecto. Entendemos que para agregar valor a nuestros clientes debemos estar dispuestos a explorar soluciones integradas cuando el prefabricado por sí solo no alcanza para ofrecer la respuesta más eficiente.

Pilares de secciones variables, vigas pretensadas tipo VP, vigas de sección rectangular L y T, prelosas (armadas o pretensadas) para entrepisos y cubiertas, paneles de cerramiento verticales (planos o nervados), escaleras, gradas, vigas porta gradas y dovelas, forman parte de las soluciones que ofrecemos en la empresa, contribuyendo a transformar el modelo constructivo tradicional por sus múltiples ventajas.

Una de las más destacadas es la reducción de costos ya que la elaboración del hormigón en un entorno controlado optimiza el uso de materiales y minimiza errores, evitando gastos adicionales por correcciones en obra.

A esto se suma una disminución significativa en los plazos de ejecución, lo que permite atender la creciente demanda de entregas rápidas. Además posibilita realizar tareas en paralelo, como la ejecución de fundaciones mientras se fabrican los elementos estructurales en planta, acelerando los tiempos de los proyectos.

Otro beneficio clave es la calidad superior del producto final, ya que las condiciones de fabricación en planta permiten un mejor curado del hormigón, acabados más uniformes y mayor precisión dimensional.

Un sistema versátil sin límites de aplicaciones

Además de sus ventajas técnicas, el sistema premoldeado se destaca por su versatilidad. Sus aplicaciones no tienen límites. Puede emplearse en infraestructura vial y urbana

(puentes, alcantarillas, barreras, canales, mobiliario urbano), así como en edificios deportivos, industriales, comerciales, oficinas y centros educativos.



Disco Fresh Market, Av. Italia y Magariños Cervantes.

Con Estructuras del Uruguay hemos participado en numerosas obras que reflejan esta diversidad. Entre ellas se destaca el Disco Fresh Market de Av. Italia, un edificio de 11.000 m² construido en 2009, y la ampliación de las tribunas del Gran Parque Central, desarrolladas entre 2011 y 2018.



Gran Parque Central.

Otro ejemplo notable es el Colegio Los Pilares, diseñado por Dovat Arquitectos, donde utilizamos placas de hormigón texturado para la fachada. Este proyecto fue nominado al premio **Building of the Year 2020** de ArchDaily.



Colegio Los Pilares. Foto: Ferres - Canepa.

Más recientemente hemos estado involucrados en obras de infraestructura clave como la provisión de elementos premoldeados para puentes y viaductos en las Rutas 5 y 9, así como en la ampliación de la unidad penitenciaria de Punta Rieles y la Cárcel Libertad donde entregamos más de 5.900 toneladas de prefabricados.



Ruta N° 5.

También ejecutamos de forma integral un centro logístico de tres niveles y 3.300 m² en Punta del Este, incluyendo cimentaciones, estructuras metálicas y piezas premoldeadas.

Uno de los grandes focos de crecimiento de la compañía está en el segmento residencial donde el premoldeado se presenta como una alternativa eficiente, rápida y competitiva para viviendas unifamiliares, proyectos de interés social y desarrollos en altura.

La vivienda es sin dudas una enorme zona de oportunidad donde el hormigón premoldeado puede ofrecer múltiples soluciones.

Compromiso con la sostenibilidad

Más allá de sus múltiples aplicaciones y beneficios, esta técnica se destaca también por un bajo impacto ambiental.

Gracias a su ingeniería y diseño estandarizado, el sistema permite implementar prácticas sostenibles como la reducción de residuos, el uso racional de materiales y la reutilización de moldes metálicos.

Ya es una tendencia mundial avanzar hacia construcciones que apunten a prácticas sostenibles y nosotros no somos ajenos a eso. Nuestra planta opera bajo estrictos protocolos de control y responsabilidad ambiental. Todos los efluentes líquidos generados durante la fabricación, llenado y lavado del hormigón son tratados y neutralizados antes de su disposición final. Además reciclamos en su totalidad los sobrantes de hierro.

El enfoque medioambiental atraviesa todas las áreas de nuestra empresa y se refleja no solo en la producción sino también en cada una de las decisiones estratégicas.

La posibilidad de trabajar con precisión en planta evita desperdicios, lo cual impacta no solo en las cantidades utilizadas sino también en el uso eficiente de los recursos. Con el sistema premoldeado solo un 20% del trabajo se realiza en obra, el restante 80% se lleva a cabo en un entorno controlado y mucho más eficiente.

El impacto del involucramiento temprano

En Estructuras del Uruguay el compromiso con la calidad comienza desde las primeras etapas del proyecto. La experiencia nos ha demostrado que cuanto antes nos integremos al proceso constructivo, mayores son las oportunidades de aportar valor, optimizar recursos y mejorar los resultados finales.

Nos distinguimos por ofrecer un servicio flexible, diseñado para responder a las particularidades de cada proyecto. No solo entregamos un producto, brindamos un servicio que busca integrarse desde el inicio en la cadena de valor del proceso constructivo. Creemos firmemente que la ingeniería de valor y el involucramiento temprano en los proyectos son fundamentales para optimizar eficiencia, calidad y costos.

Estar presentes desde el diseño nos permite generar sinergias, facilitar el entendimiento de los objetivos y proponer soluciones alternativas desde una mirada técnica. No obstante, incluso cuando el vínculo con el proyecto se da en etapas más avanzadas, logramos integrarnos con agilidad y eficacia, aportando soluciones alineadas con los más altos estándares.

Esta capacidad de adaptación responde a una estructura operativa flexible y a un equipo técnico altamente calificado y comprometido que asegura el cumplimiento de los plazos y la calidad en cada obra. Participando desde el inicio o sumándonos en fases posteriores, Estructuras del Uruguay apuesta por una colaboración sólida para ofrecer siempre soluciones confiables, eficientes y ajustadas a cada desafío.

La innovación como bastión

No se trata solo de nuevos productos sino de un proceso continuo de mejora y adaptación. La innovación implica estar en permanente

evolución. Nos permite mantenernos competitivos, ofrecer soluciones más eficientes y anticiparnos a las necesidades del mercado.

Impulsando la innovación, la tecnología ocupa un lugar clave en este camino. En este marco incorporamos códigos QR para identificar cada pieza prefabricada, facilitando el acceso a información técnica precisa y mejorando la trazabilidad de los procesos. El uso de tecnología en este caso nos permite generar un gran impacto en control y seguimiento, con procesos accesibles y eficientes.

En el plano del diseño, la implementación de BIM (Building Information Modeling) ha permitido construir modelos digitales detallados que aportan precisión y control en la planificación, reducen riesgos y mejoran la ejecución de las obras.

El futuro del hormigón prefabricado

No es solo una solución del presente sino una tendencia en franco crecimiento que proyectamos con fuerza hacia el futuro.

Las perspectivas son alentadoras dado a que cada vez más estudios de arquitectura, desarrolladores y promotores inmobiliarios están incorporando soluciones prefabricadas en sus proyectos, reconociendo que esta metodología no limita la libertad creativa sino que la potencia.

El uso de hormigón premoldeado permite acceder a una mayor calidad de terminación, mejores tiempos de ejecución, un desempeño

estructural superior y un control más riguroso sobre los riesgos en obra. Además, técnicas como el hormigón pretensado y texturado amplían significativamente las posibilidades arquitectónicas, aportando soluciones estéticas, eficientes e innovadoras.

En particular, el hormigón texturado representa un salto cualitativo en materia de diseño ya que brinda acabados únicos y nuevas posibilidades creativas. Este tipo de desarrollo demuestra que el prefabricado no solo es compatible con propuestas arquitectónicas ambiciosas sino que también abre nuevas puertas al diseño personalizado y a la expresión estética, con resultados que combinan solidez estructural y belleza visual.

Otra de las tendencias de cara al futuro es la construcción modular off-site, un modelo que permite fabricar módulos completos en planta y ensamblarlos en obra con rapidez y precisión. Es una dirección hacia la cual vale la pena avanzar, nos orientamos a explorar productos que puedan adaptarse a esta lógica de unidades modulares, completamente desarrolladas en planta, con alto valor técnico y estético.

Con una propuesta que conjuga ingeniería de calidad, compromiso ambiental, innovación tecnológica y estética, en Estructuras del Uruguay nos proyectamos como un actor central en la evolución del sector. El futuro será cada vez más industrializado, más preciso y eficiente. Y el hormigón prefabricado tiene todo para ser protagonista de esa transformación.



Planta de Estructuras del Uruguay



Asociación de
Ingenieros
del Uruguay

Socios de tu **bienestar**

Beneficios y descuentos en clubes,
turismo y recreación.

- Altos del Arapey
- Complejo Turístico Chuy
- Compañía del Sur Viajes y turismo
- Hotel Casino San Eugenio del Cuareim
- Mac Travel Group
- San Pedro del Timote – Hotel de Campo
- Termas Villa Elisa

Conocé beneficios en detalle en
www.aiu.org.uy

Sumate a la AIU.
Ser parte está bueno.

Inertización de tanques: Una barrera invisible para la seguridad industrial

Autores

Ing. Ignacio Cabrera

Ing. Gustavo Mesorio

En el vasto y complejo panorama de la ingeniería industrial, la gestión de riesgos es una prioridad ineludible. Entre las diversas estrategias de protección, la inertización de tanques y silos se erige como una técnica fundamental, creando una barrera invisible pero poderosa contra incendios y explosiones. Este artículo explora el “porqué” y el “cómo” de la inertización, destacando su rol crucial en la seguridad de diversas industrias.

¿Qué es la inertización y por qué es crucial?

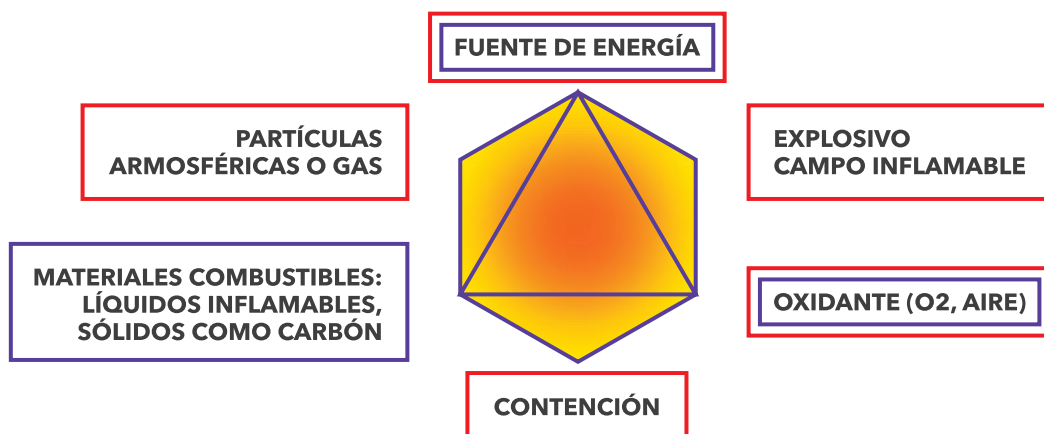
En su esencia, la inertización consiste en **reemplazar un volumen de aire o una mezcla de gases con un gas neutro**, comúnmente nitrógeno (N_2) o argón (Ar). El objetivo principal es reducir la concentración de oxígeno por debajo de un umbral crítico, evitando así la formación de atmósferas explosivas o la ignición de materiales combustibles.

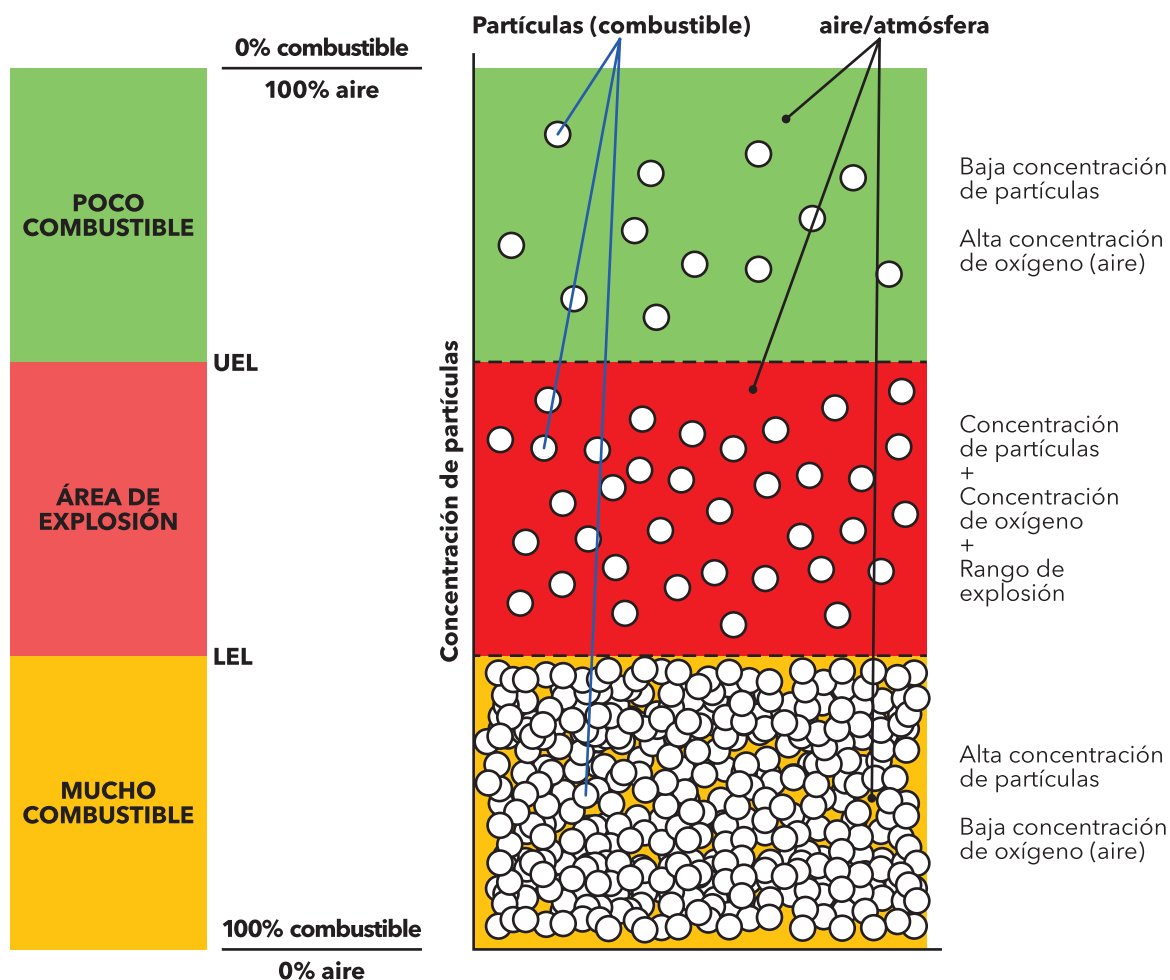
La necesidad de la inertización se comprende mejor al analizar los elementos que desencadenan incendios y explosiones:

• **Triángulo de fuego:** Para que ocurra un incendio, se requieren tres elementos: material combustible, oxidante (oxígeno) y una fuente de energía (ignición).

• **Hexágono de explosión:** Una explosión es un fenómeno más complejo que añade elementos al triángulo de fuego: material combustible, oxidante (oxígeno), fuente de energía, partículas atmosféricas o gas, campo explosivo/inflamable y confinamiento.

La inertización actúa directamente sobre el componente “oxidante” (oxígeno). Al reducir su concentración por debajo del **Contenido Máximo de Oxígeno (MOC)** o **Concentración Límite de Oxígeno (LOC)**, se elimina la posibilidad de que se inicie una combustión o explosión, incluso en presencia de una fuente de ignición. Cada sustancia combustible tiene un MOC/LOC específico, por ejemplo para el etanol el LEL (Límite Inferior de Explosividad) en el aire es 3,3% y el UEL (Límite Superior de Explosividad) es 19%. La inertización busca mantener la concentración de oxígeno por debajo del MOC para ese material específico.





Inertización: Un enfoque dual - Preventivo y correctivo

La aplicación de la inertización se clasifica en dos categorías principales, cada una con su propósito y metodología:

- 1. Inertización preventiva:** Este enfoque busca mantener continuamente una atmósfera inerte dentro del área protegida. Es la solución ideal para instalaciones con un riesgo permanente de explosión. Implica la monitorización constante del punto de ajuste de presión y/o el contenido de oxígeno dentro del tanque, utilizando equipos especializados como unidades de control y sistemas de inyección de gas inerte. Ejemplos de equipos preventivos incluyen válvulas de seguridad de alivio, válvulas de alivio de sobrepresión/vacío, reguladores de baja presión de N_2 y arrestadores de llama.
- 2. Inertización correctiva:** Se implementa cuando se detecta un riesgo de explosión,

como un aumento de la temperatura o la presencia de monóxido de carbono (CO), un residuo de combustión. En estos casos se inyecta gas inerte (nitrógeno o dióxido de carbono) para sofocar la combustión o prevenir una explosión inminente. Los ciclos de inertización correctiva a menudo implican la inertización del espacio de cabeza del tanque para expulsar el aire, seguida de la inyección de gas en el corazón del producto para detener la combustión. Esta modalidad es común en silos de almacenamiento.

Es fundamental comprender que la protección contra incendios tradicional no es sinónimo de inertización de seguridad. Si bien los sistemas de supresión de incendios (como los que usan CO_2 o agentes limpios) son vitales, actúan después de que un incendio ha comenzado. La inertización, por su parte, busca prevenir que el incendio o la explosión ocurran en primer lugar, eliminando uno de los componentes esenciales de la combustión.

Desafíos y consideraciones en la inertización de polvos y polvo combustible

La inertización de polvos y polvos combustibles presenta consideraciones adicionales debido a la complejidad de las atmósferas explosivas. La explosividad del polvo no solo depende de la concentración de oxígeno, sino también de la concentración de partículas en el aire y su tamaño. Existe un rango explosivo (Explosion Range) donde la concentración de partículas y oxígeno son óptimas para una explosión, delimitado por el LEL (Lower Explosive Limit) y el UEL (Upper Explosive Limit) para el polvo. Además las partículas más pequeñas tienden a permanecer en suspensión por más tiempo, aumentando el riesgo.

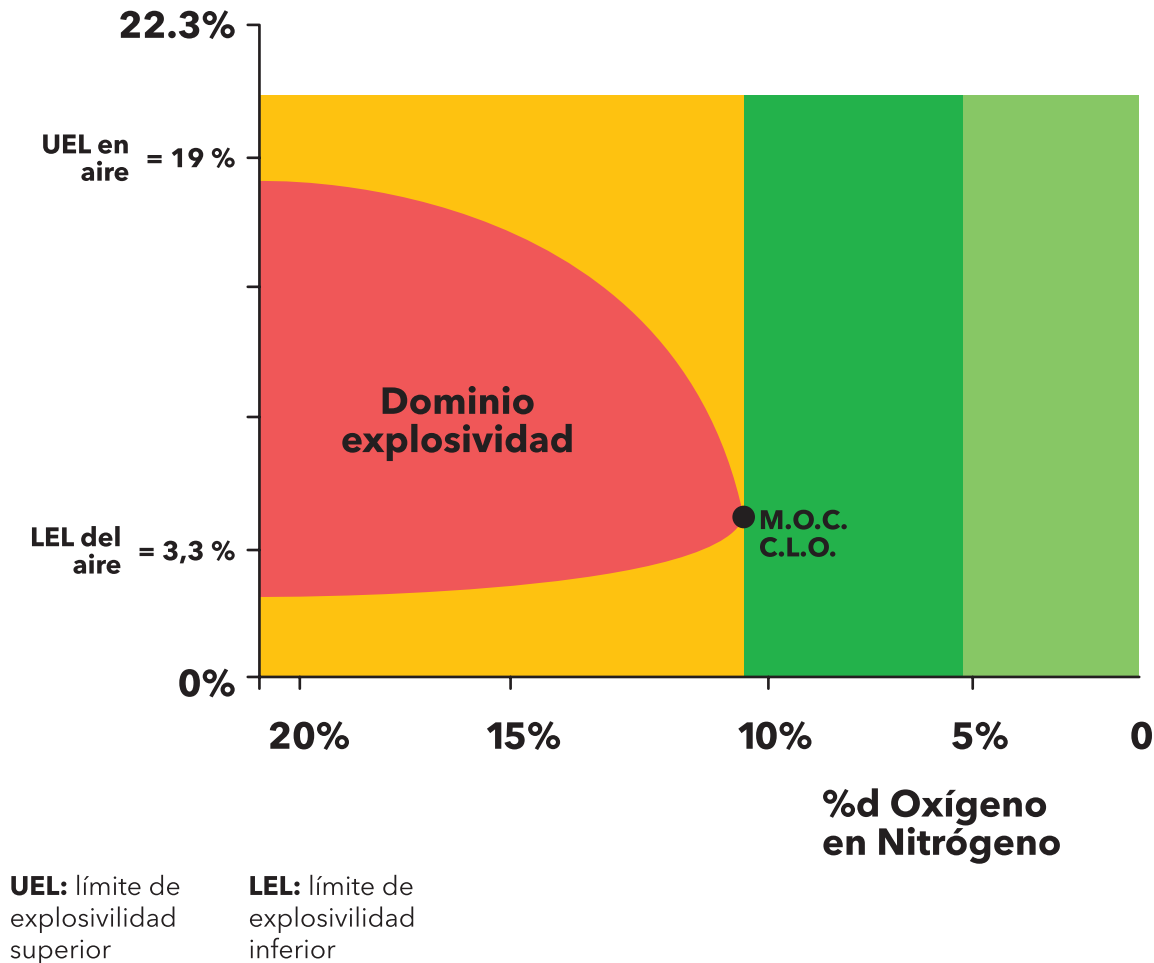
Métodos de inertización eficaces

Existen varias técnicas para lograr la inertización, adaptándose a las características del proceso y del material:

- 1. Desplazamiento:** El gas inerte se introduce en un punto, "empujando" el aire o gas existente hacia otro punto de salida. Es efectivo para desplazar volúmenes.
- 2. Dilución:** El gas inerte se mezcla con la atmósfera existente, diluyendo la concentración de oxígeno gradualmente.
- 3. Ciclos de compresión/expansión:** El gas inerte se introduce y la presión aumenta, luego se libera, reduciendo la concentración de oxígeno con cada ciclo.

%C Combustible en la mezcla

Ejemplo: curva de inflamabilidad para alcohol etílico
P,T condiciones normales



4. Ciclos de compresión/expansión y vacío:

Similar al anterior pero incorporando una fase de vacío para una extracción más eficiente del oxígeno.

Aplicaciones industriales y ejemplos concretos

La inertización de seguridad se aplica en una amplia gama de industrias para proteger tanto la infraestructura como el personal:

- **Plantas de cemento:** Protección de silos que contienen carbón pulverizado, lignito o aserrín. Se utiliza inertización preventiva y correctiva a menudo con detección de temperatura y CO. El gas inerte predominante es el dióxido de carbono (CO₂).
- **Plantas de tratamiento de agua:** Inertización de silos que almacenan lodos secos o carbones activados en polvo. Aquí, el nitrógeno (N₂) es el gas inerte preferido.
- **Plantas de calentamiento urbano:** Protección de silos con combustibles sólidos recuperados y pellets de madera.
- **Industria química y petrolera:** Inertización de tanques de líquidos inflamables, como los ejemplos de instalaciones Vestal-E donde se protege el espacio de cabeza del tanque con nitrógeno, controlando la presión y el contenido de oxígeno.

Herramientas y equipos clave

La implementación exitosa de la inertización requiere equipos y herramientas especializadas:

- **Unidades de control (ej. Vestal-E Control Unit):** Estos sistemas automatizados gestionan la inyección de gas inerte, moni-

torean la presión y el contenido de oxígeno, y permiten la configuración de ciclos de inertización.

- **Válvulas de inyección y venteo:** Componentes esenciales para el control del flujo de gas inerte y la evacuación de la atmósfera desplazada.
- **Transmisores de presión:** Para monitorear las condiciones dentro del tanque.
- **Software de simulación (ej. Vestal Soft):** Herramientas que permiten estimar las cantidades de gas requeridas, la duración de la purga y simular diferentes técnicas de inertización, optimizando el diseño y la eficiencia.

Más allá de la seguridad: Inertización para la calidad

Aunque el enfoque principal de este artículo es la seguridad, es importante mencionar que la inertización también juega un papel crucial en la preservación de la calidad de productos sensibles a la oxidación y la humedad. Al mantener una atmósfera inerte, se previene la degradación del producto, extendiendo su vida útil y manteniendo sus propiedades.

La inertización de tanques y silos es una estrategia de seguridad indispensable en la ingeniería industrial moderna. Al comprender los principios de la combustión y explosión, y al implementar sistemas de inertización tanto preventivos como correctivos, las industrias pueden mitigar significativamente los riesgos asociados con atmósferas explosivas. Más que un gasto, la inertización es una inversión en la seguridad del personal, la protección de activos y la continuidad operativa, salvaguardando el futuro de las instalaciones industriales.



La seguridad es lo primero

Ruta 1 km 22.500, San José - Uruguay
Tels.: 23472102 - 08001849
uyalu-info@airliquide.com
uyalu-comercial@airliquide.com



Vehículo Autónomo Eléctrico: Introducción a la sociedad uruguaya

TERCERA ENTREGA

Conducción autónoma · Alemania como caso de estudio

Autora

Mag. Ing. Darling Olano Schüsselin

Introducción

Independientemente del grado de avance en la adopción de vehículos autónomos en la sociedad uruguaya, creo que lo fundamental es estar preparados para cuando llegue el momento de su implementación.

Prepararse significa difundir los conceptos, brindar conocimiento a las partes interesadas, impulsar conversaciones clave y crear el espacio para que actores gubernamentales, empresariales, académicos y sociales comiencen a pensar en los desafíos y oportunidades

de esta tecnología. Es esencial comprender de qué estamos hablando cuando mencionamos la introducción de vehículos autónomos en la sociedad uruguaya.

Es necesario generar espacios de intercambio de opiniones con respeto y conocimiento adecuado sobre la situación.

Entiendo que un primer paso es despertar el interés en el tema, evitando que quede como algo lejano e improbable.

Es fundamental centrarse en la idea de preparación como eje central, adquirir los conceptos necesarios, pero con avances basados en seguridad y confiabilidad.

No se trata sólo de preguntarnos si los vehículos autónomos llegarán, sino de asegurarnos de que cuando lo hagan Uruguay cuente con una infraestructura adecuada, una regulación apropiada, un marco normativo claro, una sociedad informada.

He estado publicando en esta prestigiosa revista los conceptos más relevantes del tema, a partir de la investigación que realicé sobre la introducción de vehículo autónomo en la sociedad uruguaya, finalizada en mayo de 2023, dentro del marco de la Maestría en Gestión de la Innovación (Facultad de Ingeniería de Udelar), donde abordé la situación de países como Japón, Estonia, USA, Alemania y China.

La conducción autónoma es un tema que avanza en forma permanente, tanto en la tecnología como en la regulación necesaria para que los vehículos autónomos puedan transitar apropiadamente.

Al continuar investigando en conducción autónoma, me he encontrado con valiosa información, con acciones y avances permanentes que vienen llevando a cabo países como Corea del Sur, Alemania, Suiza, República Checa, Francia, USA y China.

Constituye un permanente fluir de experiencias, investigaciones y lecciones aprendidas en el tema de la conducción autónoma.

En la presente publicación, quiero compartir el caso de Alemania, inspirado en el documento de diciembre de 2024 *"The Future of Driving is Autonomus-Strategy of the Federal Government for Autonomus Driving in Road Traffic - The Federal Government"*.

He tratado de extraer los aspectos que, desde mi perspectiva de investigadora en el tema de la introducción de vehículos autónomos en la sociedad uruguaya, pueden resultar de interés.

De la publicación antes mencionada sobre conducción autónoma en Alemania, haré referencia a:

I. Aspectos que derivan de lo expresado por el Dr. Volker Wissing, Miembro del Parla-

mento Alemán, Ministro Federal de Digitalización y Transporte y del Documento. Los más relevantes serían:

La tecnología digital está muy presente en Alemania, también en el sector de transporte y movilidad.

Como consecuencia la conducción autónoma y conectada tendrá un papel de mucha relevancia, podríamos expresar que clave, en el futuro de la movilidad y transporte.

Con la estrategia que se ha puesto en conocimiento, se quiere avanzar aprovechando la tecnología digital, constituyendo de esta forma que Alemania sea un referente y un centro de innovación para el mundo en la producción e innovación, en lo referente a conducción autónoma.

Alemania está poniendo foco en la movilidad autónoma aplicada al transporte autónomo público local y el de mercancías, también en vehículos autónomos en carretera.

En especial se indica que cuántos más vehículos autónomos estén transitando por las carreteras, que brinden a las personas una impresión positiva en su vida cotidiana, serán más rápidamente aceptados en base a los beneficios que los vehículos autónomos ofrecen a las personas.

En el transporte local, en áreas rurales podrá mejorar la calidad de vida de las personas a través del aumento de su participación en dichas áreas.

Con la estrategia, el Gobierno Federal identifica medidas y recomienda acciones para acelerar el mercado de la conducción autónoma.

Si bien la estrategia se centra en el transporte autónomo por carretera, no se deja de lado el transporte por las vías ferroviarios, fluviales y aviación.

Entonces la conducción autónoma representa una transformación integral en la movilidad global. Es una tecnología clave en el camino hacia una movilidad sostenible, segura, digital, accesible y asequible.

Se propone una visión estratégica con enfoque técnico, integrando implicancias para distintos modos de transporte.

Como parte de esta estrategia se está monitoreando el impacto ambiental en la sociedad, para establecer las regulaciones apropiadas, respecto a movilidad autónoma.

Es de destacar que la integración de los vehículos autónomos en el sistema de movilidad es fundamental para la creación de un sistema de transporte de pasajeros de alto rendimiento, fiable y respetuoso con el medio ambiente. Esta integración de la movilidad autónoma en el transporte público tiene como objetivo aportar valor significativo a la sociedad, al medio ambiente, mejorando la calidad de vida de las personas, garantizando la aceptación social de la conducción autónoma y conectada, mejorar la eficiencia, la flexibilidad y sostenibilidad del sistema de transporte.



Referencia: The Federal Government - The Future of Driving is Autonomus - Strategy of the Federal Government for Autonomus Driving in Road Traffic, Diciembre 2024.

II. Objetivos de la Estrategia de Alemania.

Los Objetivos en la Estrategia por Alemania son:

1. Para el 2025, identificar oportunidades y discutir los fundamentos que se necesiten, para promover y financiar servicios de movilidad autónoma en el transporte público local.
2. Para el 2026, enfocarse en la transición sin problemas, partiendo desde las pruebas hacia las operaciones normales en movilidad autónoma. La visión de futuro es que transiten los vehículos autónomos en forma normal, que en el tráfico de carreteras sea una vista común.
3. Para el 2027, colaborar con las empresas de Alemania en el desarrollo y la introducción de soluciones en materia de movilidad competitiva en el transporte público local.

4. Para el 2028, crear la mayor área operativa del mundo en materia de vehículos autónomos con foco en la conexión de autopistas y zonas metropolitanas.
5. Para el 2030, integrar la conducción autónoma como parte de un sistema de movilidad multimodal e interconectado.
6. Establecerse como un centro de innovación y producción en la conducción autónoma y conectada, en especial en la logística y para el transporte público local.

Se están uniendo las partes interesadas en la conducción autónoma y conectada: el gobierno federal, los estados federales, las autoridades locales, la industria, los usuarios y la comunidad científica, en base a la tradición alemana en la calidad de su industria automotriz, así como referente en innovación, en ciencia e investigación, para garantizar esta continuidad. El foco es la aplicación de la inteligencia artificial y la producción de vehículos autónomos por parte de la industria automotriz.

7. Apoyar el establecimiento de un marco global uniforme, con el compromiso de armonizar regulaciones y estándares para garantizar tecnologías seguras y confiabilidad, competencia justa, con la contribución a la evolución de la tecnología, a la vez que fortaleciendo la posición de Alemania en la industria.

III. Potencial y desafíos que se presentan.

En el punto anterior se expusieron los objetivos de la Estrategia de Alemania, pero también es de destacar el potencial y los desafíos que se presentan en conducción autónoma y conectada.

La conducción autónoma tiene el potencial de:

- Aumentar la seguridad vial por el uso de tecnologías a bordo confiables, como es la comunicación vehículo-a-todo (tecnología V2X). Como componente de la percepción del entorno esta tecnología complementa a los sensores y los sistemas de cámaras existentes. Estas tecnologías de alerta temprana y la coordinación dirigida de vehículos en situación de riesgo, aumentan aún más la seguridad vial, incidiendo en reducir la frecuencia y la gravedad de los accidentes.

El futuro es **eficiencia energética**

Modernizando la Central Hidroeléctrica
de Rincón de Baygorria para un Uruguay
más sostenible



#ElFuturoSeConstruyeHoy

- Fortalecer a Alemania en la innovación, crear oportunidades de mercado de calidad, confiables y económicamente convenientes.
- Mejorar las condiciones del transporte público local, mediante servicios autónomos, accesibles, así como soluciones bajo demanda que incluyan inclusión social, aplicable en particular a transporte en zonas rurales.
- Tener un tráfico más eficiente, reduciendo la congestión y las emisiones relacionadas con la movilidad. Esto es mediante una red optimizada de operaciones de transporte en forma coordinada y un uso más eficiente de infraestructuras, mejor conectividad con otros modos de transporte y uso flexible y compartido de vehículos (autónomos y conectados).
- Fomentar nuevas formas de movilidad compartida, solicitud de viajes a través de tecnología de vehículos autónomos, aplicables a ciudades grandes o pequeñas y zonas rurales.
- Ayudar a abordar la escasez de personal de conducción a través de sistemas autónomos.
- Facilitar un transporte de mercancías más eficiente extendiendo los tiempos de conducción en operación autónoma y a través de estrategias logísticas integradas (ej. centros logísticos conectados a autopistas) combinando diversos modos de transporte e interconexión intermodal para reducir los tiempos de respuesta, así como para el uso óptimo de los recursos.
- Apoyar a las empresas a lo largo de la cadena de valor en la prestación de servicios de movilidad autónoma ampliando la gama de servicios.
- Los vehículos autónomos listos para la producción en masa aún no se han lanzado al mercado.
- Actualmente no hay vehículos producidos en masa disponibles en ninguna parte del mundo. Debido a los bajos volúmenes de producción y los altos costos de desarrollo e inversión, aún no es económicamente viable para las empresas ofrecer vehículos de producción.
- Las empresas alemanas tienen una amplia experiencia en la fabricación de vehículos, que hasta la fecha se ha aplicado principalmente en el contexto de sistemas de asistencia al conductor y conducción automatizada en el transporte motorizado privado. Los actores alemanes están impulsando la innovación en este ámbito. Sin embargo, aún no lo han hecho en lo que respecta a los sistemas de conducción autónoma.
- La transformación de la industria automotriz está en pleno progreso. La industria en Alemania ahora no sólo enfrenta una transición a trenes de potencia de bajas emisiones, sino también un cambio en la creación de valor, de un enfoque en hardware a uno en software. Ambas tendencias absorben capacidades de inversión y desarrollo.
- Las normas de la UE que rigen quién puede usar los datos de vehículos y cómo pueden hacerlo (independientemente del nivel de automatización) están en desarrollo, pero aún no se han finalizado.
- La infraestructura de comunicaciones móviles resiliente y la comunicación por satélite son vitales para una comunicación segura. Debido a los componentes tecnológicos en constante cambio, la infraestructura de comunicaciones móviles y de carreteras también está evolucionando todo el tiempo. Sin embargo, el objetivo fundamental debería ser evitar requisitos de infraestructura adicionales para la conducción autónoma, o al menos minimizarlos.
- Los avances globales en la conducción automatizada muestran el interés fundamental, tanto entre la población como en todo el mercado en general, incluida la industria. Dado que la aceptación pública juega un papel importante, la evolución de la conducción autónoma debe centrarse en la percepción de seguridad de los usuarios.

En esto, la cooperación entre fabricantes de vehículos, proveedores de componentes, productores de software, proveedores de infraestructura y la administración pública es un requisito clave para el desarrollo e implementación de modelos de negocio sostenibles en el transporte público local.

En cuanto a los desafíos, independientemente del potencial antes indicado y de los avances en el tema que ya se ha alcanzado, la conducción autónoma aún tiene que hacer la transición a operaciones normales, es decir aún hay un camino que recorrer, hay varias razones para esto:

- Los altos estándares de seguridad y la protección del sistema son habilitadores clave para la introducción de la conducción autónoma. El proceso de aprobación en Alemania (y Europa) está sujeto a estrictos requisitos generales para garantizar la máxima seguridad posible de los vehículos en condiciones del mundo real.
- Por un lado la conectividad y la transformación digital son fundamentales para la conducción autónoma, mientras que, por otro lado presentan nuevos riesgos en forma de amenazas cibernéticas. Estos deben minimizarse en la medida de lo posible. Como resultado, los estrictos requisitos de ingeniería automotriz deben complementarse con estrictos requisitos de ciberseguridad que los vehículos deben cumplir para defenderse de posibles manipulaciones o ataques externos, y permitir que sean investigados.

Por otra parte, además de transporte por carretera, se están considerando otras aplicaciones de movilidad autónoma, como los ferroviarios, marítimos y fluviales. Estos medios de transporte se enfrentan a regulaciones, barreras legales, tecnológicas y de infraestructura propios de cada caso, con su complejidad, que no serán tratadas en esta oportunidad.

Conclusiones

La conducción autónoma representa mucho más que una innovación tecnológica: es una pieza estratégica en la reconfiguración del sistema de movilidad global.

Alemania ofrece un caso de estudio valioso, no solo por su capacidad industrial sino también por su enfoque integral que abarca desde el desarrollo tecnológico hasta el marco regulatorio y la aceptación social.

Este caso de estudio puede hacernos reflexionar sobre dónde nos encontramos en nuestro país, en la difusión, conocimiento, en la Ingeniería, en la normalización, en la potencial regulación.

Puede parecer lejano, ambicioso o nuevo pero tal vez sea momento de comenzar a transitar el camino de la conducción autónoma.



Foto: lk360606 (freepik.es)



Asociación de
Ingenieros
del Uruguay

Ciclo anual de charlas y visitas a industrias para estudiantes de ingeniería.



Instancias para acercar a los estudiantes al mundo de la ingeniería, preparándolos para los desafíos que enfrentarán al graduarse.

AIU dispone de locomoción para trasladar a los estudiantes que así lo requieran.

Conocé beneficios en detalle en
www.aiu.org.uy

Sumate a la AIU.
Ser parte está bueno.



Asociación de
Ingenieros
del Uruguay

Socios de tu **crecimiento**

Beneficios y descuentos en
posgrados y maestrías.

- Universidad CLAEH
- UDE - Universidad de la Empresa
- UM - Universidad de Montevideo
- ORT - Universidad ORT

Conocé beneficios en detalle en
www.aiu.org.uy

Sumate a la AIU.
Ser parte está bueno.



Desde la Comisión de Cultura de la AIU, apoyando y difundiendo el trabajo de nuestros colegas, en esta oportunidad presentamos a **Rafael Massa**, ingeniero civil estructural, escritor y periodista, con su última novela **"La Traición"**, Estuario Editora 2025.



La Traición es una novela negra contemporánea que expande el alcance literario de Rafael, desde la fuerza de sus personajes hasta la fluidez de su estilo ofrece una experiencia intensa y reflexiva. Su estructura abierta y su ambientación entre Montevideo y Londres aportan una profundidad emocional e intelectual para quienes valoran el género noir con sustancia. A continuación un capítulo para que conozcan parte de su trabajo.

Birras y chivitos**Bar Tinkal****Emilio Frugoni y Luis Piera****8 de abril**

Desde la primera que vez que lo vio, sabía que iba a regresar. Quedó en llamar él, pero no lo hizo, porque sabía que era el otro el que lo iba a hacer. Lo vio en sus ojos, lo oyó en su español imperfecto, le creyó definitivamente en la indefinible convicción de todo hombre que precisa saber de dónde viene. La última pregunta de Tabárez —que sabe perfectamente que el valor de la pregunta adecuada excederá siempre al de las respuestas, personales, sesgadas, de valor únicamente para quien tiene el coraje de mirar hacia adentro y no buscar afuera— detonó en Alfredo, desde hace dos días, la búsqueda. Buscó en su obra. La leyó y releyó varias veces, es muy breve, y, si bien está conforme —algunos párrafos le resultan brillantes— con lo que, para abreviar, podría decirse que es *la forma* de la obra, ahora que ha hecho otras búsquedas —las suficientes para albergar nuevas preguntas—, lo que parecía, aun con las incertezas de todo relato, firme, en definitiva la historia de un torturador y un traidor, podría, cambiando apenas un par de frases, colocando en boca de un personaje aún secundario la palabra precisa, derivar, cambiar su sentido, ser otra cosa. Y esto desarma, ya no desde lo formal, toda su obra. Y entonces aparecen más preguntas, que no hacen al arte —la puta que te parió, Tabárez—, o sí, para qué, si no es para alcanzar algo de verdad, aunque sea mínima. Después de la última lectura, anoche, luego de la llamada de Laureano, ha decidido que en la obra, donde todo cerraba, los huecos que decidió llenar, nada más que con su imaginación, alimentada por versiones siempre interesadas, podrían o deberían ser reescritos, ya por nada que tiene que ver con el arte, sino con la ética —y porque ha sostenido en tantas mesas de boliche parecidas a esta, en donde aguarda que llegue Laureano, que son indivisibles—. Y la historia, como tantas veces, quedar de cabeza.

—Buen lugar. Mi madre me habló mucho de la rambla.

El bar está vacío, un martes a las diez de la noche.

—En realidad, no hay una rambla. Hay muchas.

Laureano abre los ojos. Alfredo aclara:

—Bueno, sí, hay una sola, pero de todo su recorrido, el único pedazo que todavía vale la pena es el que llega hasta el Parque. Después de las Canteras, ¿ves, allá?, está arruinada.

Tienen, al menos parecen tener, la misma edad. Laureano quiere algo típico, le dice a Alfredo; piden dos chivitos; Alfredo le dice que es el mejor de la ciudad; aclara que no es chivo; Laureano asiente; agregan una birra; Laureano pide cubiertos; Alfredo le dice «Ah..., no, esto es así», y ambos acomodan sucesivamente el pan y levantan con los dedos los chorretes de mayonesa que escurren luego de cada mordida, levantan el tomate del plato, se enjuagan la boca con cerveza, mientras dejan pasar el tiempo hablando de boludeces hasta que, casi al mismo tiempo, se limpian manos y boca y piden la segunda cerveza.

—Si me invitaste acá, será porque algo tenés para contarme —avanza Laureano, ya echado hacia atrás.

Alfredo saca los cigarros, lo invita a salir.

—Bello el lugar, aparte del sándwich.

—Sándwich será allá. Acá es chi-vi-to, ¿OK? —corrige Alfredo.

Alfredo amaga a invitarlo, pero Laureano saca los suyos:

—¿Qué son?

—Son de los buenos. Acá no los venden, probá.

Caminan unos pasos. Se sientan en el murete que deja el ventanal y la mesa que recién compartieron a sus espaldas.

—Aparte del mejor chivito, el lugar tiene una historia. ¿Te acordás de José? Fue él quien la contó. Un encuentro entre un padre y su hijo, acá mismo. Una noche como esta, hace cuarenta años. Fue la última vez que se vieron. Me pareció que venía a cuento, no sé, luego de tanto tiempo..., que la historia de un hijo que busca a su padre podía comenzar aquí.

—¿Como si nada terminase nunca de acabar?

—Algo así. ¿Y?, ¿avanzaste?

—Yo no; pero vos seguro que sí. Por algo me citaste.

Fumaron, regresaron a la mesa, terminaron la segunda cerveza y la tercera. Les cerraron el bar. Remontaron la cuchilla por Frugoni, hacia 18. Derecho, casi que se cayeron en Las Palmas; en una de las tres mesas sobre la calle fumaron, de los buenos y de los otros, bebieron y se contaron, durante horas.

Entendiendo la Capacidad de carga adicional (Cca) con carga sobre pilotes

MEJORAMIENTO DE CIMENTACIONES PROFUNDAS

Autor

Ing. Néstor Eduardo Llano Torres

Ingeniero Civil · Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería

Especializaciones en Gerencia de Proyectos · Sociedad Colombiana de Ingenieros y Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería

Durante el proceso de estudio e investigación de cimentaciones profundas con pilotes a fricción por casi diez años, buscaba mejorar su comportamiento y costo. Entre muchos indicadores que definí, me centré en dos de ellos que denominé Capacidad de carga adicional y Costo del pedestal por tonelada aplicada en él.

Reforzó mi interés el hecho que hay una gran cantidad de edificaciones que se están atendiendo, dado sus importantes asentamientos diferenciales. La Capacidad de carga adicional (Cca) nos puede ayudar a mejorar el comportamiento en los asentamientos de los pedestales de las edificaciones, y adicionalmente consigue un menor costo en la cimentación para el promotor del proyecto.

La Cca se define como la división entre la fuerza de reacción de los pilotes que sostiene un pedestal y la fuerza descendente ejercida sobre él menos uno, lo que enfatiza su carácter adicional.

Para comprender mejor este concepto podemos recurrir a una analogía con el comportamiento de resortes sometidos a cargas. Si consideramos dos resortes de igual longitud, donde uno requiere 10 kg para deflexionarse completamente y el otro 100 kg, y les aplicamos una carga de 8 kg, observaremos diferentes niveles de deflexión debido a sus distintas características. El primero se deflectará cerca del 80% y el segundo se deflectará cerca del 8%. Pero si al segundo resorte le aplicamos una carga de 80 kg, este se deflectará igualmente cerca del 80%.

La división entre la fuerza de deflexión y la fuerza aplicada al resorte menos uno, determina el

comportamiento del sistema. En otras palabras, si la división entre estas fuerzas menos uno son similares, las deflexiones resultantes también lo serán, independientemente de las fuerzas absolutas involucradas.

Para respaldar el concepto de la Cca se realizaron pruebas sobre pilotes a escala que muestran la correlación de la Cca con los asentamientos de los pilotes.

Para ello se diseñó un equipo que permitió realizar cargas sobre pilotes a escala. Se trabajó con una arcilla gris comercial, varillas de aluminio de diámetro 3/16" y 1/4" y un sistema de carga que permite aplicar cargas determinadas en períodos definidos.

Se realizaron 20 pruebas de carga a cada diámetro, registrando la carga aplicada en el momento de la falla del pilote. Procesé esta información y obtuve el siguiente cuadro de capacidad de carga de los pilotes.

CAPACIDAD DE CARGA PILOTES (g)		
Long. diseño (cm)	3/16" 0.4763 mm	1/4" 0.6350 mm
1.00	121	215
1.10	133	238
1.20	145	260
1.30	157	282
1.40	169	303
1.50	182	325
1.60	194	347
1.70	206	369
1.80	218	390
1.90	230	412
2.00	242	434

Contando ya con el cuadro de capacidad de carga de pilotes para este modelo, se definieron cuatro pedestales que entre ellos tuvieran:

1 - Dos la misma carga y longitud, y una carga y longitud muy diferentes los otros dos.

2 - Que entre los pilotes del primer y segundo grupo hubieran Cca similares y muy diferentes. Adicionalmente se determinó el proceso de carga y periodicidad, obteniendo el siguiente cuadro.

REGISTRO DE ASENTAMIENTO PARA Cca PAREJA Y DISPAREJA								
Pilote N°	Carga pilotes (g)	Long. diseño (cm)	Diám. (in)	Cc diseño (g/cm)	Cca (%)	Δ Carga / período (g) +/-20%	Cant. carga a Cc diseño	Período (minutos)
1.00	90	1.0	3/16	121	34.44%	18	4	30
2.00			1/4	215	138.89%		9	
3.00	165	2.0	3/16	242	46.67%	33	3	
4.00			1/4	434	163.03%		9	
Período (minutos)	30		30					

Para conocer la trayectoria de los asentamientos de los pilotes con relación a la carga exigida, se inició con la aplicación del 100% de dicha carga, y cada 30 minutos se les aplicó el 20% de la misma sucesivamente hasta que las características del equipo lo permitieran. Este es el registro del proceso realizado.

FAIRINO

Solución en Paletización

Los robots colaborativos pueden realizar trabajos de paletizado automatizados las 24 horas del día, transportando las mercancías a sus destinos de forma rápida y sencilla, ahorrando tiempo y energía. Esto libera a los empleados de la fatiga y las tareas repetitivas, permitiéndoles dedicarse a un trabajo más productivo. Además, no se necesitan barreras de seguridad, lo que permite una verdadera colaboración entre humanos y robots.

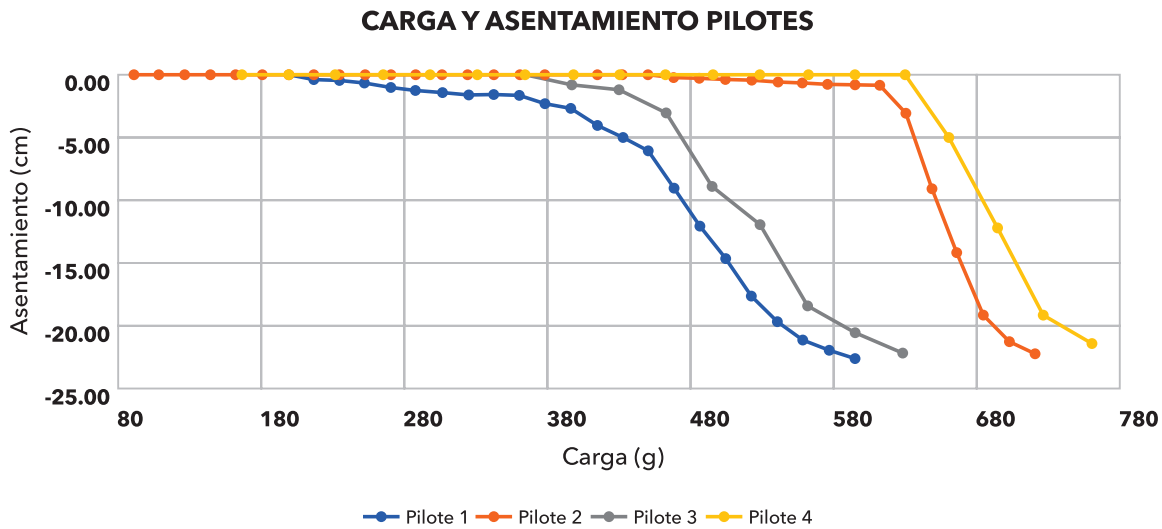


FIVISA

P No.	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Número de carga	Inicial				2				3	
Fecha - hora INICIO	14/11/23	13:30:00	14/11/23	13:30:00	14/11/23	14:00:00	14/11/23	14:00:00	14/11/23	14:30:00
Fecha - hora FIN	14/11/23	14:00:00	14/11/23	14:00:00	14/11/23	14:30:00	14/11/23	14:30:00	14/11/23	15:00:00
Carga Inicial (gr)	90		165		18		33		18	
Carga acum (gr)	90		165		108		198		126	
Nivel inicio	-8.20	-8.10	-8.10	-8.50	-8.20	-8.10	-8.10	-8.50	-8.20	-8.10
Δ nivel (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nivel fin	-8.20	-8.10	-8.10	-8.50	-8.20	-8.10	-8.10	-8.50	-8.20	-8.10
Número de carga	6				7				8	
Fecha - hora INICIO	14/11/23	16:00:00	14/11/23	16:00:00	14/11/23	16:30:00	14/11/23	16:30:00	14/11/23	17:00:00
Fecha - hora FIN	14/11/23	16:30:00	14/11/23	16:30:00	14/11/23	17:00:00	14/11/23	17:00:00	14/11/23	17:30:00
Carga 3 (gr)	18		33		18		33		18	
Carga acum (gr)	180		330		198		363		216	
Nivel anterior	-8.20	-8.10	-8.10	-8.50	-8.20	-8.10	-8.10	-8.50	-8.20	-8.10
Δ nivel (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.30	0.00
Nivel fin	-8.20	-8.10	-8.10	-8.50	-8.20	-8.10	-8.10	-8.50	-8.50	-8.10
Número de carga	11				12				13	
Fecha - hora INICIO	14/11/23	18:30:00	14/11/23	18:30:00	14/11/23	19:00:00	14/11/23	19:00:00	14/11/23	19:30:00
Fecha - hora FIN	14/11/23	19:00:00	14/11/23	19:00:00	14/11/23	19:30:00	14/11/23	19:30:00	14/11/23	20:00:00
Carga 5 (gr)	18		33		18		33		18	
Carga acum (gr)	270		495		288		528		306	
Nivel anterior	-8.90	-8.10	-11.10	-8.50	-9.20	-8.10	-16.90	-8.50	-9.50	-8.10
Δ nivel (mm)	-0.30	0.00	-5.80	0.00	-0.30	0.00	-3.10	0.00	-0.10	0.00
Nivel fin	-9.20	-8.10	-16.90	-8.50	-9.50	-8.10	-20.00	-8.50	-9.60	-8.10
Número de carga	16				17				18	
Fecha - hora INICIO	14/11/23	21:00:00	14/11/23	21:00:00	14/11/23	21:30:00	14/11/23	21:30:00	14/11/23	22:00:00
Fecha - hora FIN	14/11/23	21:30:00	14/11/23	21:30:00	14/11/23	22:00:00	14/11/23	22:00:00	14/11/23	22:30:00
Carga 7 (gr)	18		33		18		33		18	
Carga acum (gr)	360		660		378		693		396	
Nivel anterior	-9.80	-8.10	-30.10	-8.50	-9.90	-8.20	-31.90	-13.50	-10.50	-8.20
Δ nivel (mm)	-0.10	-0.10	-1.80	-5.00	-0.60	0.00	-0.40	-7.00	-0.40	0.00
Nivel fin	-9.90	-8.20	-31.90	-13.50	-10.50	-8.20	-32.30	-20.50	-10.90	-8.20
Número de carga	21				22				23	
Fecha - hora INICIO	15/11/23	17:45:00	15/11/23		15/11/23	18:00:00	15/11/23	00:00:00	15/11/23	18:30:00
Fecha - hora FIN	15/11/23	18:00:00	15/11/23		15/11/23	18:30:00	15/11/23		15/11/23	19:00:00
Carga 9 (gr)	18		33		18		33		18	
Carga acum (gr)	450		825		468		858		486	
Nivel anterior	-13.20	-8.30	-32.30	-29.60	-14.20	-8.30	-32.30	-29.60	-17.20	-8.40
Δ nivel (mm)	-1.00	0.00			-3.00	-0.10			-3.00	0.00
Nivel fin	-14.20	-8.30	-32.30	-29.60	-17.20	-8.40	-32.30	-29.60	-20.20	-8.40
Número de carga	26				27				28	
Fecha - hora INICIO	15/11/23	20:00:00	15/11/23	00:00:00	15/11/23	20:30:00	15/11/23	00:00:00	15/11/23	21:00:00
Fecha - hora FIN	15/11/23	20:30:00	15/11/23		15/11/23	21:00:00	15/11/23		15/11/23	21:30:00
Carga 11 (gr)	18		33		18		33		18	
Carga acum (gr)	540		990		558		1,023		576	
Nivel anterior	-25.70	-8.60	-32.30	-29.60	-27.70	-8.80	-32.30	-29.60	-29.20	-8.80
Δ nivel (mm)	-2.00	-0.20			-1.50	0.00			-0.80	-0.20
Nivel fin	-27.70	-8.80	-32.30	-29.60	-29.20	-8.80	-32.30	-29.60	-30.00	-9.00
Número de carga	31				32				33	
Fecha - hora INICIO	15/11/23	22:30:00	15/11/23	00:00:00	15/11/23	23:00:00	15/11/23	00:00:00	15/11/23	23:30:00
Fecha - hora FIN	15/11/23	23:00:00	15/11/23		15/11/23	23:30:00	15/11/23		15/11/23	0:00:00
Carga 13 (gr)	18		33		18		33		18	
Carga acum (gr)	630		1,155		648		1,188		666	
Nivel anterior	-30.60	-9.10	-32.30	-29.60	-30.60	-11.20	-32.30	-29.60	-30.60	-17.20
Δ nivel (mm)		-2.10				-6.00				-5.00
Nivel fin	-30.60	-11.20	-32.30	-29.60	-30.60	-17.20	-32.30	-29.60	-30.60	-22.20
Número de carga	36				37				38	
Fecha - hora INICIO	15/11/23	01:00:00	15/11/23	00:00:00	15/11/23	01:30:00	15/11/23	00:00:00	15/11/23	02:00:00
Fecha - hora FIN	15/11/23	1:30:00	15/11/23		15/11/23	2:00:00	15/11/23		15/11/23	2:30:00
Carga 17 (gr)	18		33		18		33		18	
Carga acum (gr)	720		1,320		738		1,353		756	
Nivel anterior	-30.60	-29.20	-32.30	-29.60	-30.60	-30.20	-32.30	-29.60	-30.60	-32.20
Δ nivel (mm)		-1.00				-2.00				-1.10
Nivel fin	-30.60	-30.20	-32.30	-29.60	-30.60	-32.20	-32.30	-29.60	-30.60	-33.30

	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
3			4				5			
	14/11/23	14:30:00	14/11/23	15:00:00	14/11/23	15:00:00	14/11/23	15:30:00	14/11/23	15:30:00
	14/11/23	15:00:00	14/11/23	15:30:00	14/11/23	15:30:00	14/11/23	16:00:00	14/11/23	16:00:00
	33		18		33		18		33	
	231		144		264		162		297	
	-8.10	-8.50	-8.20	-8.10	-8.10	-8.50	-8.20	-8.10	-8.10	-8.50
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	-8.10	-8.50	-8.20	-8.10	-8.10	-8.50	-8.20	-8.10	-8.10	-8.50
8			9				10			
	14/11/23	17:00:00	14/11/23	17:30:00	14/11/23	17:30:00	14/11/23	18:00:00	14/11/23	18:00:00
	14/11/23	17:30:00	14/11/23	18:00:00	14/11/23	18:00:00	14/11/23	18:30:00	14/11/23	18:30:00
	33		18		33		18		33	
	396		234		429		252		462	
	-8.10	-8.50	-8.50	-8.10	-8.90	-8.50	-8.60	-8.10	-9.30	-8.50
	-0.80	0.00	-0.10	0.00	-0.40	0.00	-0.30	0.00	-1.80	0.00
	-8.90	-8.50	-8.60	-8.10	-9.30	-8.50	-8.90	-8.10	-11.10	-8.50
13			14				15			
	14/11/23	19:30:00	14/11/23	20:00:00	14/11/23	20:00:00	14/11/23	20:30:00	14/11/23	20:30:00
	14/11/23	20:00:00	14/11/23	20:30:00	14/11/23	20:30:00	14/11/23	21:00:00	14/11/23	21:00:00
	33		18		33		18		33	
	561		324		594		342		627	
	-20.00	-8.50	-9.60	-8.10	-26.50	-8.50	-9.80	-8.10	-28.50	-8.50
	-6.50	0.00	-0.20	0.00	-2.00	0.00	0.00	0.00	-1.60	0.00
	-26.50	-8.50	-9.80	-8.10	-28.50	-8.50	-9.80	-8.10	-30.10	-8.50
18			19				20			
	14/11/23	22:00:00	14/11/23	22:30:00	14/11/23	22:30:00	14/11/23	23:30:00	14/11/23	23:30:00
	14/11/23	22:30:00	14/11/23	23:30:00	14/11/23	23:30:00	14/11/23	0:00:00	14/11/23	0:00:00
	33		18		33		18		33	
	726		414		759		432		792	
	-32.30	-20.50	-10.90	-8.20	-32.30	-27.60	-12.20	-8.30	-32.30	-29.60
		-7.10	-1.30	-0.10		-2.00	-1.00	0.00		
	-32.30	-27.60	-12.20	-8.30	-32.30	-29.60	-13.20	-8.30	-32.30	-29.60
23			24				25			
	15/11/23	00:00:00	15/11/23	19:00:00	15/11/23	00:00:00	15/11/23	19:30:00	15/11/23	00:00:00
	15/11/23		15/11/23	19:30:00	15/11/23		15/11/23	20:00:00	15/11/23	
	33		18		33		18		33	
	891		504		924		522		957	
	-32.30	-29.60	-20.20	-8.40	-32.30	-29.60	-22.70	-8.60	-32.30	-29.60
			-2.50	-0.20			-3.00	0.00		
	-32.30	-29.60	-22.70	-8.60	-32.30	-29.60	-25.70	-8.60	-32.30	-29.60
28			29				30			
	15/11/23	00:00:00	15/11/23	21:30:00	15/11/23	00:00:00	15/11/23	15/11/23	15/11/23	00:00:00
	15/11/23		15/11/23	22:00:00	15/11/23		15/11/23	15/11/23	15/11/23	
	33		18		33		18		33	
	1,056		594		1,089		612		1,122	
	-32.30	-29.60	-30.00	-9.00	-32.30	-29.60	-30.60	-9.00	-32.30	-29.60
			-0.60	0.00				-0.10		
	-32.30	-29.60	-30.60	-9.00	-32.30	-29.60	-30.60	-9.10	-32.30	-29.60
33			34				35			
	15/11/23	00:00:00	15/11/23	00:00:00	15/11/23	00:00:00	15/11/23	00:30:00	15/11/23	00:00:00
	15/11/23		15/11/23	0:30:00	15/11/23		15/11/23	1:00:00	15/11/23	
	33		18		33		18		33	
	1,221		684		1,254		702		1,287	
	-32.30	-29.60	-30.60	-22.20	-32.30	-29.60	-30.60	-27.20	-32.30	-29.60
				-5.00				-2.00		
	-32.30	-29.60	-30.60	-27.20	-32.30	-29.60	-30.60	-29.20	-32.30	-29.60
38			39				40			
	15/11/23	00:00:00	15/11/23	02:30:00	15/11/23	00:00:00		00:00:00		00:00:00
	15/11/23		15/11/23		15/11/23					
	33		18		33		18		33	
	1,386		774		1,419		792		1,452	
	-32.30	-29.60	-30.60	-33.30	-32.30	-29.60	-30.60	-33.30	-32.30	-29.60
	-32.30	-29.60	-30.60	-33.30	-32.30	-29.60	-30.60	-33.30	-32.30	-29.60

Esta información arroja la siguiente gráfica que corresponde a los asentamientos obtenidos por la carga aplicada.



Ahora analicemos la gráfica, teniendo presente las siguientes características de los pilotes.

CARACTERÍSTICAS DE LOS PILOTES									
	Pilote 1		Pilote 2		Pilote 3		Pilote 4		
Longitud del diseño (cm)	1		1		2		2		
Diámetro (pulgadas - cm)	3/16	0.4763	1/4	0.6350	3/16	0.4763	1/4	0.6350	
Carga exigida al pilote (g)	90		90		165		165		
Capacidad de carga del pilote (g)	121		215		242		434		
Capacidad de carga adicional (Cca)	34.44%		138.89%		46.67%		163.03%		

Resalta que los pilotes 1 y 3 tienen un comportamiento similar. Respectivamente tienen Longitud de diseño de 1 y 2 cm, Diámetros de 3/16", carga exigida de 90 y 165 gramos, Capacidad de carga de 121 y 242 gramos y Capacidad de carga adicional de 34.44% y 46.67%.

Los pilotes 2 y 4 también tienen un comportamiento similar. Respectivamente tienen Longitud de diseño de 1 y 2 cm, Diámetros de 1/4", Carga exigida de 90 y 165 gramos, Capacidad de carga de 215 y 434 gramos y Capacidad de carga adicional de 138.89% y 163.03%.

Los pilotes 1 y 2 tienen la misma Longitud de diseño y Carga exigida al pilote. Respectivamente tienen Capacidad de carga de 121 y 215 gramos y Capacidad de carga adicional de 34.44% y 138.89%.

Los pilotes 3 y 4 tienen la misma Longitud de diseño y Carga exigida al pilote. Respectivamente tienen Capacidad de carga de 242 y 434 gramos y Capacidad de carga adicional de 46.67% y 163.03%.

Extrapolando las curvas para la carga de 580 gramos tenemos que los asentamientos son pilote 1 -21.93 cm, pilote 2 -0.80 cm, pilote 3 -19.55 cm y pilote 4 0.0 cm. Los pilotes 1 y 2 con la misma Longitud y Diámetro pero con Cca dispareja tienen asentamientos diferenciales de 21.03 cm. Igualmente los pilotes 3 y 4 con la misma Longitud y Diámetro, pero con Cca dispareja, tienen asentamientos diferenciales de 19.55 cm.

Mientras que los pilotes 1 y 3 con el mismo Diámetro y diferente Longitud, pero con Cca pareja,

tienen asentamientos diferenciales de 2.38 cm. Igualmente los pilotes 2 y 4 con el mismo Diámetro y diferente Longitud, pero con Cca pareja, tienen asentamientos diferenciales de 0.80 cm.

Al igual que en la analogía con los tornillos, si la división entre la fuerza de reacción de los pilotes y la de empuje por la superestructura menos uno son similares, los asentamientos resultantes también serán similares independientemente de las fuerzas absolutas involucradas.

Considerar la Cca en el diseño de pilotes por fricción puede contribuir significativamente a reducir disparidades en los asentamientos entre pedestales, lo que a su vez preserva la estabilidad de la superestructura y le minimiza los esfuerzos no deseados. En este sentido, la inclusión de este parámetro en el diseño de cimentaciones profundas con pilotes a fricción puede mejorar la eficiencia, seguridad y costo de las construcciones.

Capacidad de carga adicional - Cca Mejoramiento de cimentaciones profundas



Obtener un mejor comportamiento en los asentamientos y un menor costo, en todos los pedestales.

* Se definieron los siguientes criterios para evaluar la cimentación y mejorarla

$$* \text{Cca} = \frac{\text{Ccp}}{\text{Cep}} - 1$$

Capacidad de carga adicional

Capacidad de carga del pedestal
Carga exigida al pedestal

$$* \frac{\$p}{\text{Cep}}$$

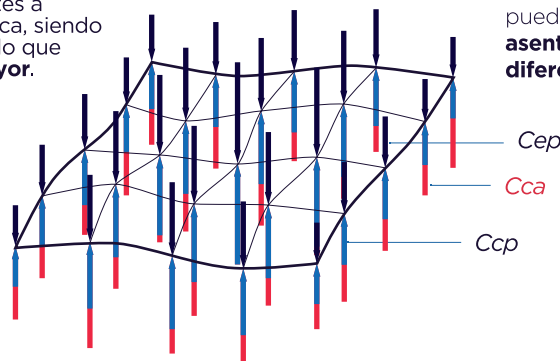
Costo del pedestal
Carga exigida al pedestal

Cimentación diseñada

Normalmente el diseño de una cimentación profunda con pilotes a fricción no tiene en cuenta la Cca, siendo dispareja entre los pedestales, lo que implica que el $\$p/\text{Cep}$ sea mayor.

$\$p/\text{Cep}$

Podría estar en un promedio de \$150.000/t.



Cca

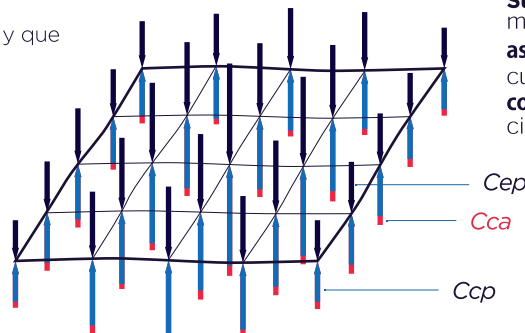
La falta de uniformidad puede ocasionar asentamientos diferenciales.

Cimentación mejorada

El mejoramiento de cimentaciones profundas logra que la Cca sea similar en todos los pedestales y que el $\$p/\text{Cep}$ sea menor.

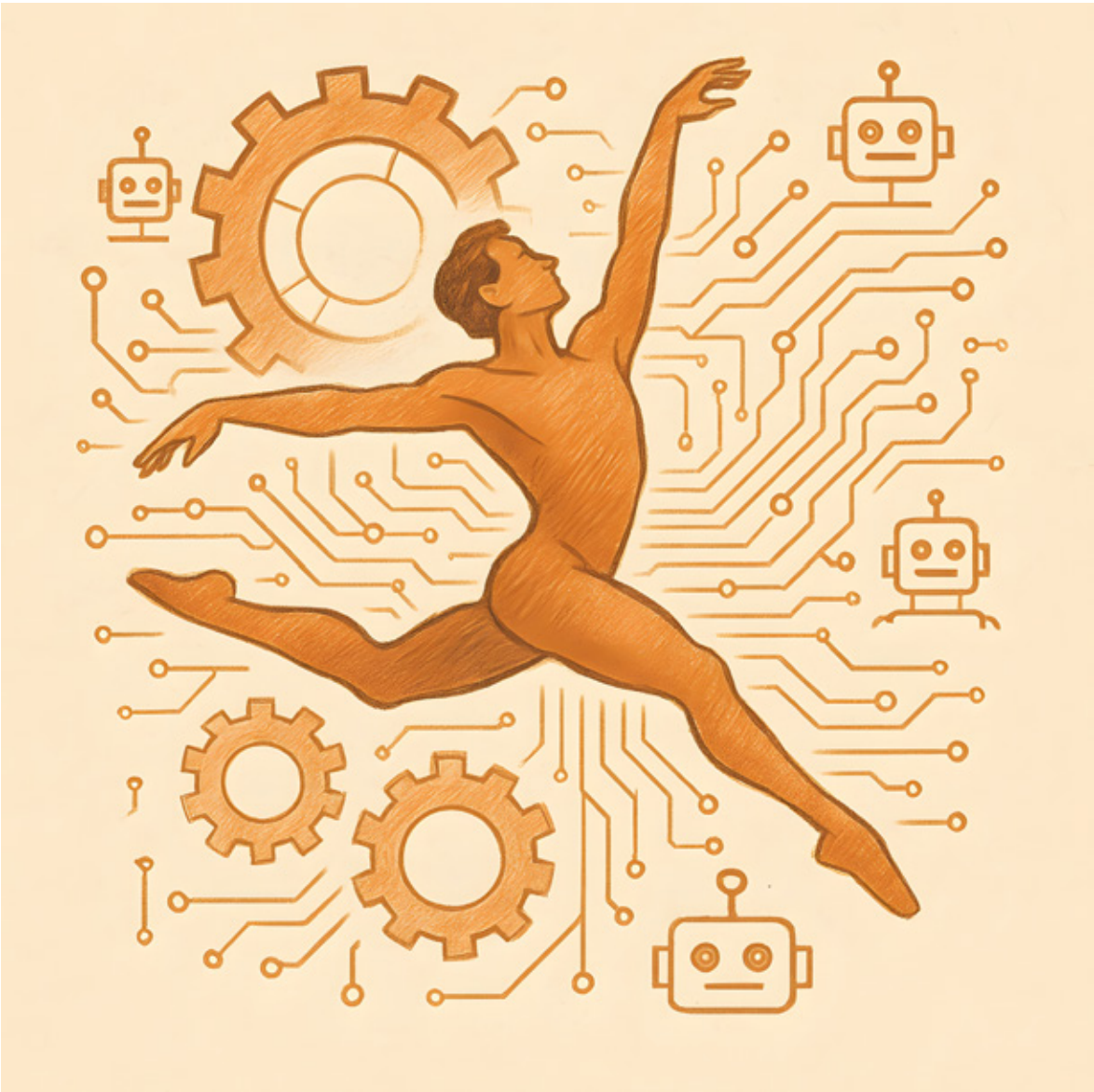
$\$p/\text{Cep}$

Podría estar en un promedio de \$100.000/t proporcionando un ahorro del 33%.



Cca

Su uniformidad genera mayor probabilidad de asentamientos parejos, lo cual implica un mejor comportamiento de la cimentación.



El salto invisible:

CÓMO LA IA ESTÁ REDISEÑANDO EL TRABAJO EN LAS EMPRESAS



Autor

Ing. Sergio Richter

Gerente de Inteligencia Artificial
en Oversoft

1. Introducción

"Are we human, or are we dancer?", canta The Killers. La frase, inspirada en un dicho de Hunter Thompson, alude a una generación que sigue instrucciones sin pensar críticamente. Hoy, con el auge de la inteligencia artificial (IA), esta metáfora adquiere un nuevo sentido. El desafío

real es ser *human*: tomar el control, entender la coreografía y liderar conscientemente esta nueva era tecnológica.

Escuchamos términos como IA, agentes y LLM por todas partes. Pero nuestra meta debe ser incorporarlos a nuestra práctica diaria para resolver problemas concretos y potenciar nuestro desarrollo regional.

2. Ola de adopción transversal de IA

En los últimos años, empresas líderes están adoptando agentes de IA para transformar sus operaciones.

Morgan Stanley integró GPT-4 a su flujo de trabajo, permitiendo a 16.000 asesores acceder a 100.000 documentos internos con un 98% de adopción.

PwC desplegó ChatGPT Enterprise para 100.000 empleados, con 3.000 casos de uso detectados y un 40% ya implementado.

Bain & Company usó IA internamente antes de ofrecerla a clientes.

BCG celebra el "Momento GenAI" para compartir aprendizajes sobre IA, alcanzando un 80% de uso semanal.

Coca-Cola combinó campañas creativas como "Create Real Magic" con uso interno de IA en diseño y análisis.

En todos los casos, la IA no es solo una herramienta: habilita cambios culturales y operativos.

Las empresas de programación han sido particularmente impactadas. Por ejemplo **Globant** introdujo AI Pods, un modelo de suscripción para "ingeniería potenciada por IA". Esto marca una tendencia hacia el desarrollo de software guiado por agentes de IA y supervisado por humanos.

Y esta revolución no es exclusiva de grandes compañías. Las startups también están experimentando un impacto notable: **Cursor**, **Midjourney**, **Lovable**, **Bolt.new**, **Mercor**, **Eleven Labs** y **Aragon.ai** alcanzaron ingresos anuales recurrentes de entre USD 10 y 200 millones en menos de dos años, con equipos de apenas 10 a 50 personas. Estas cifras demuestran que no hace falta ser gigante para generar impacto gigante: basta con foco, estrategia y una buena dosis de inteligencia... artificial.

3. Caso de Estudio: Accenture

Analicemos un caso concreto: Accenture. Con más de 730.000 empleados y presencia global, es una de las consultoras más importantes del mundo.

Elegimos esta empresa porque integró IA de forma transversal, desarrollando iniciativas replicables en la región. Además hay buena documentación pública de su impacto debido a su trabajo conjunto con Microsoft.

3.1 Programa Citizen Developer

Un problema común en muchas organizaciones es la demanda de soluciones tecnológicas internas que supera a la capacidad del área de TI. En 2020 Accenture lanzó el programa "Citizen Developer" usando Microsoft Power Platform y creando un Centro de Excelencia (CoE) para gobernanza y capacitación.

Entrenaron a más de 50.000 empleados no técnicos en el desarrollo con low-code y crearon 8.000 aplicaciones en seis meses. El CoE integró además en el proceso a desarrolladores profesionales, y abordó sin combatirlo al fenómeno de la *shadow IT* (el uso de tecnología no autorizada por el área de TI para resolver necesidades internas), generando visibilidad, seguridad y estándares sin frenar la innovación.

3.2 Evolución: Citizen AI

Con el avance de la IA generativa, el programa "Citizen Developer" de Accenture evolucionó hacia "Citizen AI", integrando Microsoft Copilot Studio desde noviembre de 2024. Ya tienen 9 agentes autónomos de IA en producción para operaciones e industria.

Accenture y Avanade probaron estos agentes en gestión de órdenes, soporte interno, automatización de consultas y tareas repetitivas. Accenture también actuó como "cliente cero" de los agentes para ofimática de Microsoft 365 Copilot, incorporando inicialmente el acceso de éste a 100.000 empleados y escalando a 200.000.

El objetivo: transformar realmente el trabajo diario con estas herramientas para automatizar tareas repetitivas como redactar propuestas, resumir reuniones o buscar conocimiento.

3.3 GitHub Copilot: programadores con agentes IA

Accenture también colaboró con GitHub y Microsoft en uno de los primeros estudios riguro-

sos sobre IA en desarrollo de software empresarial. Participaron 450 desarrolladores usando inicialmente esta herramienta.

El estudio validó métricas objetivas y la transformación de la colaboración en equipos. Accenture continuó asignando un total de 2.000 licencias de Copilot en un despliegue planificado y automatizado, con formación y seguimiento, demostrando que la IA amplifica el talento sin reemplazarlo.

3.4 Métricas de impacto en Accenture

Citizen Developer: generó un ahorro anual de USD 6 millones, redujo el tiempo de gestión de datos en 42 % y la creación de dashboards en 98 %.

Citizen AI: muestra resultados prometedores, +40 % en eficiencia, +10-20 % en satisfacción del cliente y -15 % en costos en algunas unidades.

GitHub Copilot: pese a ser reciente, ya muestra +8.7 % en pull requests, +15 % en tasa de merges, +84 % en builds exitosos. El 90 % de los desarrolladores se sintió más satisfecho y el 95 % disfrutó más programar con IA. La aceptación promedio de sugerencias fue del 30 %.

Todo esto se alinea con el informe **"2024 Business Opportunity of AI: Generative AI Delivering New Business Value and Increasing ROI"** de IDC (encargado por Microsoft) que afirma que las compañías que invierten en IA generativa obtienen un retorno promedio de **USD 3.7 por cada dólar invertido**.

Se refuerza una idea clave: la combinación de IA generativa, entornos low-code y lógi-

ca de negocio concreta que puede escalar valor exponencialmente.

4. Entiendo cómo funcionan los Agentes de IA hoy

Para entender mejor los agentes de IA, **usemos un marco histórico simple, enfocado su aplicación en desarrollo de software**.

4.1 Humanos

Antes de que existiera la IA podíamos representar el trabajo que una persona hacía (por ejemplo al programar) como una línea de tiempo compuesta por distintas acciones: navegar, editar, ejecutar comandos, investigar, buscar información o agregar nuevos archivos (ver Figura 1a).

4.2 Copilots

Cuando aparecieron herramientas como ChatGPT, GitHub Copilot, Codium o Cursor, entramos en "la era de la asistencia tipo copiloto". Y empezamos a delegar pequeñas partes del trabajo, como hacer una edición o investigar algo puntual. Este tipo de ayuda, aunque sea puntual y limitada, ya aportaba valor (ver Figura 1b).

Con el tiempo estos copilotos se fueron volviendo cada vez mejores gracias a que empezaron a tener acceso a fuentes de conocimiento privadas, como por ejemplo bases de código internas. Esto permitió que las respuestas, sugerencias y ayudas que ofrezcan estén mucho más aterrizadas en la realidad del proyecto en el que se está trabajando, sumando cada vez más valor para los desarrolladores (ver Figura 1b).

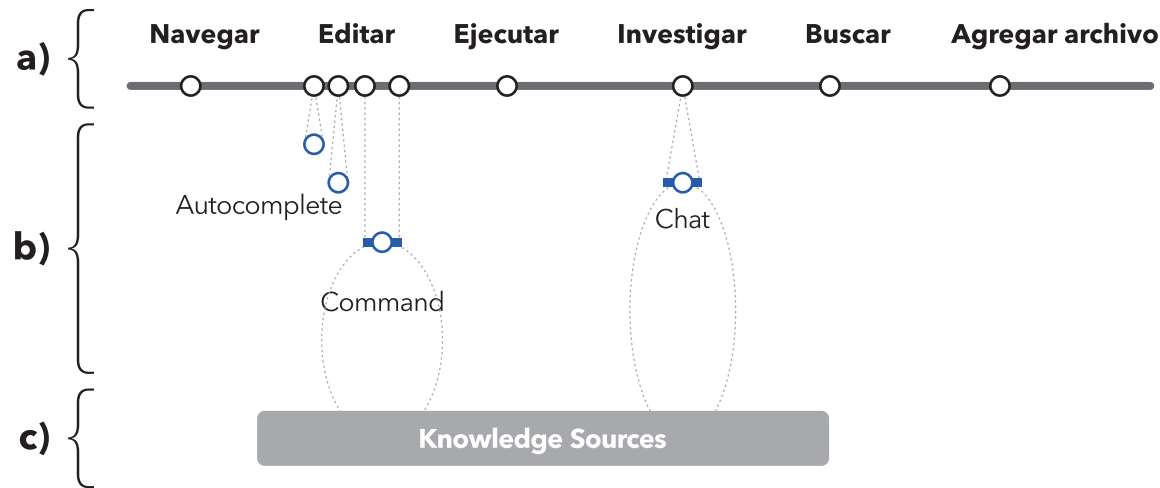


Figura 1.

La mejor forma de entender estas herramientas tipo copiloto es compararlas con alguien que recién empieza a programar. No se les puede pedir que resuelvan tareas largas o complejas ya que funcionan con una única llamada al modelo de lenguaje. Este límite define cuánta ayuda pueden brindar por sí solas. Sin embargo, con revisión constante pueden aportar valor y acelerar el trabajo.

4.3 Agentes autónomos

Por las limitaciones anteriores empezamos a hablar de agentes. La primera versión son los agentes autónomos, como **Devin** de **Cognition**. A diferencia de los copilotos, estos pueden encadenar múltiples llamadas al modelo de lenguaje y usar herramientas para modificar su entorno o incorporar datos. Esto les permite resolver tareas más grandes y complejas, accediendo también a fuentes de conocimiento (ver Figura 2).

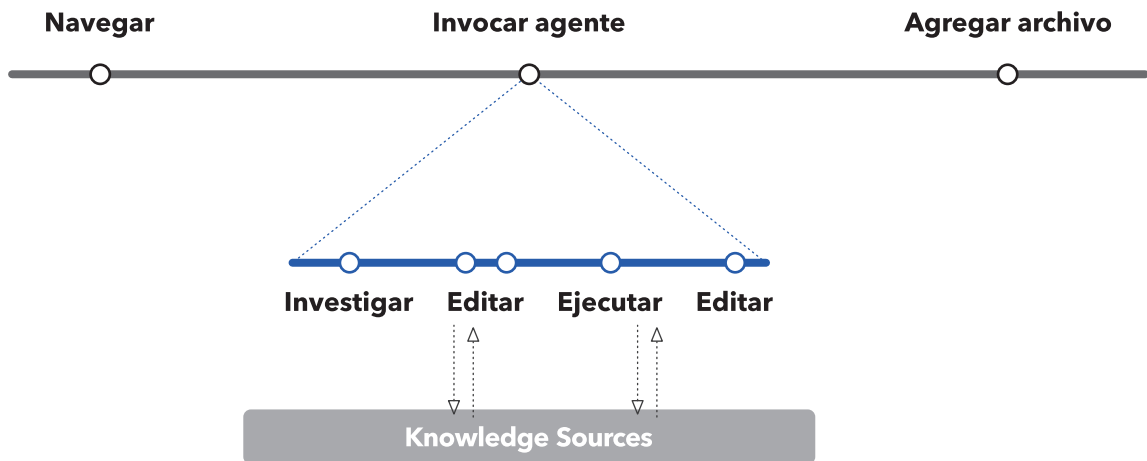


Figura 2.

La mejor forma de entender a los agentes autónomos (Realidad 1, ver Figura 3) es compararlos con un pasante o desarrollador junior. Necesitan instrucciones claras, contexto, y su trabajo debe ser revisado. Esa es la realidad actual de su uso.

Además suelen demorar en ejecutar tareas, y como ocurre con un perfil junior, el equipo humano suele avanzar en paralelo. Esto puede generar desfasajes, ya que el agente no detecta los cambios realizados por su contraparte humana mientras trabaja (Realidad 2, ver Figura 3).

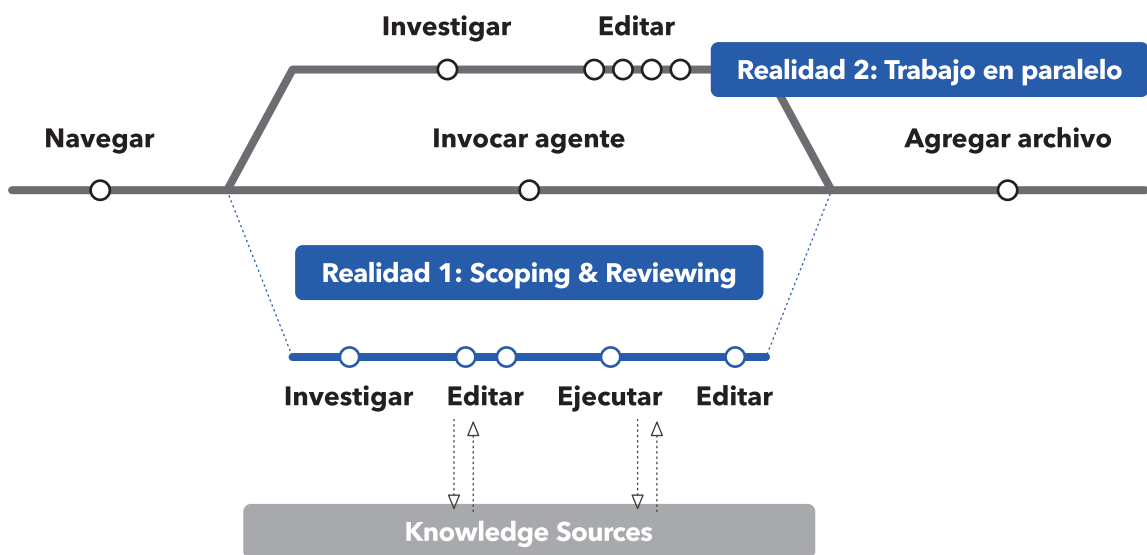


Figura 3.

4.4 Agentes colaborativos

Tras los agentes autónomos, surge una nueva generación: los agentes colaborativos. Ya no se los trata como pasantes sino como compañeros de programación. Esto permite una interacción más fluida sin necesidad de definir todo con precisión ni revisar todo al final.

En este modelo, tanto el agente como la persona entienden las acciones del otro dentro del entorno de desarrollo, acceden a fuentes de conocimiento y usan herramientas en conjunto, generando una verdadera colaboración (ver Figura 4).

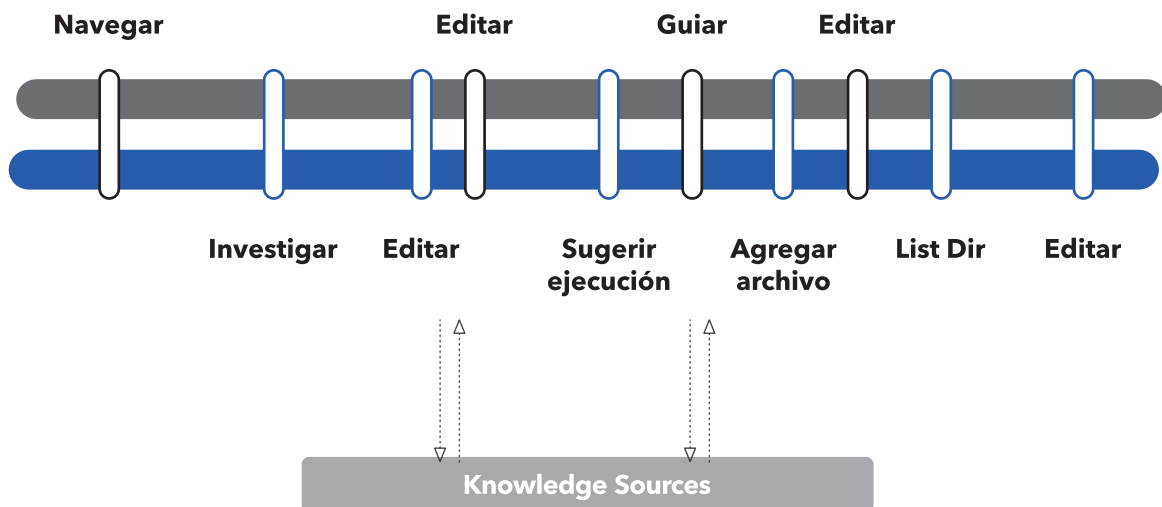


Figura 4.

5. Conclusiones - Manteniendo los pies sobre la tierra

5.1 Sobre agentes colaborativos

Es fundamental mantener una mirada realista sobre las capacidades actuales de todas estas herramientas IA. Aunque los agentes prometen transformar la forma de trabajar, todavía enfrentan desafíos similares a los de generaciones anteriores:

- Siguen basándose en modelos de lenguaje, lo que implica sesgos por distribución de datos: no toda la información necesaria está igualmente representada.
- El acceso y uso de herramientas por parte de los agentes es aún limitado.
- No reemplazan todas las tareas que realiza un trabajador humano.
- Persiste el problema de la intención incompleta: si no definimos bien lo que queremos no pueden adivinarlo.

Por eso, cuanto mejor guíemos al agente, mejores serán los resultados.

Entonces, ¿por qué hablar hoy de estas herramientas con IA? Por dos razones clave:

Primero, porque ya están disponibles. Este es el momento ideal para entender qué se necesita para que estos agentes IA sean verdaderamente útiles y accesibles.

Y segundo, porque saber usarlas bien puede marcar una diferencia real en productividad, costos y competitividad. Es una ventaja que no podemos darnos el lujo de ignorar.

5.2 La IA no reemplaza personas, reemplaza tareas

Negar hacia dónde va todo esto sería taparse los ojos. Pero aún hay una brecha importante:

- Solo el 40 % de las empresas globales promueven activamente el uso de estas herramientas.
- Apenas el 1 % las utiliza de manera integrada y estratégica.
- Y un 45 % declara no contar con el talento interno para hacerlo bien.

En este nuevo contexto ya no trabajamos solos: colaboramos con sistemas inteligentes. La IA no llega a reemplazarnos sino a liberarnos de lo repetitivo, hacernos más veloces, creativos y estratégicos. Pero eso exige una verdadera adopción. Solo así podremos desbloquear su verdadero potencial.

5.3 ¿Qué deberíamos considerar en una iniciativa de incorporación de Agentes de IA?

Según Gartner hay siete dimensiones clave para una adopción exitosa:

- **Estrategia:** ¿La IA está alineada con nuestros objetivos de negocio?
- **Valor (casos de uso):** ¿Identificamos qué aplicaciones generan impacto real?
- **Organización:** ¿Tenemos roles claros y un modelo operativo para escalarla?
- **Personas y Cultura:** ¿Nuestro equipo confía y entiende la IA?
- **Gobernanza:** ¿Tenemos políticas y controles para un uso responsable?
- **Ingeniería:** ¿Tenemos infraestructura que permite desplegar IA?
- **Datos:** ¿Contamos con datos limpios, correctos y accesibles?

En Oversoft ya estamos recorriendo este camino, incorporando IA a nuestros procesos y productos, tomando estos siete pilares como guía y adaptando herramientas y métodos a nuestra necesidades y cultura empresarial.

Queremos ser líderes regionales en cómo incorporamos la IA a nuestros procesos internos y también a nuestros productos. Y ese es el gran reto de esta nueva era, como canta The Killers, el verdadero desafío es ser humans: tomar el control, entender la coreografía y liderar el baile con inteligencia, criterio y propósito.

6. Bibliografía

[1] Microsoft. (2024, 26 jul). Accenture and Avanade are reinventing the way forward with Microsoft Copilot solutions.

[2] C. Lamanna. (2024, 19 nov). Redefine development: AI-first innovation with agents and Microsoft Copilot in Power Platform.

[3] N. Shah. (2023, 15 nov). Accelerate Copilot extensibility and Power Apps creation with Microsoft Dataverse.

[4] Microsoft. (2025, 19 may). Accenture champions responsible AI, gains faster time to market with Azure AI Foundry.

[5] Microsoft. (2024, 19 nov). Microsoft customers share impact of generative AI.

[6] Gartner. (s.f.). AI Roadmap: What It Is and How to Build One.

[7] Y. Gao. (2024, 13 may). Research: Quantifying GitHub Copilot's impact in the enterprise with Accenture.

[8] N. Kumar. (2025, 9 jun). Midjourney Statistics 2025 - Users & Revenue Data.

[9] C. Orchard. (2025, mar). \$100M ARR in 21 months... with just 20 people.

[10] OpenAI. (2023). Morgan Stanley uses AI evals to shape the future of financial services.

[11] L. Wilkinson. (2024, 29 may). PwC plans ChatGPT Enterprise rollout to 100 K employees.

[12] Bain & Company. (2023). Bain & Company makes pioneering deployments of state-of-the-art AI tools worldwide.

[13] L. Varanasi. (2025, 27 abr). Inside the AI boom that's transforming how consultants work at McKinsey, BCG, and Deloitte.

[14] The Coca-Cola Company. (2023, 20 mar). Coca-Cola invites digital artists to "Create Real Magic" using new AI platform.

[15] Microsoft. (2025, 14 ene). Generative AI delivering substantial ROI to businesses integrating the technology across operations (Microsoft-sponsored IDC report).



Ingeniero Tangari s.A

65 AÑOS DE TRABAJO CONTINUADO Y EXITOSO EN INGENIERIA.
Todo supervisado por ingenieros especializados.

ENSAYOS NDT: RADIOGRAFIAS, ULTRASONIDO, PM, METALOGRAFIAS, CORRIENTES INDUCIDAS,

- **Soldadura** calificaciones procedimientos y soldadores, inspecciones, cursos.
- **Calibraciones** presión, temperatura, torque, flujo, tensiómetros, fuerza.
- **Peritajes** fallas, roturas y accidentes en estr. hormigón, acero y edificios.

- **Calderas** inspecciones, reparaciones, habilitaciones, mejoras vida y rendimientos
- **Termografías** aplicaciones eléctricas, mecánicas y edificios.
- **Balanceos** análisis vibraciones.
- **Alineación** láser.

- **Cables acero** y otros, inspecciones electromagnéticas, detección fallas.
- **Edificios** detección fallas, ubicación hierros.
- **Humedades** detección y reparaciones.
- **Hormigones** controles calidad y fallas por ultrasonido.



Asociación de
Ingenieros
del Uruguay

Espacios de trabajo para socios

Contamos con instalaciones equipadas
para estudiar, trabajar o reunirse con colegas.



• Sala cowork



• Sala de
conferencias



• Sala de
reuniones



• Sala de estudio
Biblioteca

Conocé beneficios en detalle en
www.aiu.org.uy

Sumate a la AIU.
Ser parte está bueno.

HASTA

50%

DE DESCUENTO



Conocé todos nuestros convenios

AAHES
A&E Estudio Jurídico Notarial
ALAS Uruguay
Altmann y Asociados
Altos del Arapey
ANTEL
Auto OK
Auxicar
Banco de Seguros del Estado
Berlitz
BEXEL Manager
BIMSOFT Uruguay
CAD IT
CECATEC
Centro de Producción Más Limpia
COGITI
Colegio y Liceo Ceni
Colegio y Liceo José Pedro Varela
Compañía del Sur Viajes y Turismo
Complejo Turístico Chuy
CYPE Ingenieros
Digital Outlet
DYP Ingeniería Geotécnica
Edu School
Elbio Fernández
ElectroUruguay
Escuela del Parque
Estodopack
Europcar
Gate Uruguay
GstarCAD

Hotel Arsamici Punta del Este
Hotel Casino San Eugenio del Cuareim
IMUR
Ingenca
Instituto de Marketing del Uruguay
INCAL
Instituto Crandon
Isede
KALYA Soluciones Informáticas
LSQA
Luminar Lighting
Montevideo COMM
Óptica Altieri
Plaza Business Center
Pre Universitario Ciudad de San Felipe
Quality Internacional
Queen's School
Saludent
San Pedro del Timote
Strix
TCC
Ucam Business School
UNIT
Universidad CLAEH
Universidad de la Empresa
Universidad de la República
Universidad de Montevideo
Universidad ORT
Xiaomi
ZWCAD - Uruguay

Asociación de Ingenieros del Uruguay

Cuareim 1492
(+598) 2901 1762 / 2900 8951
(+598) 98 869 645
aiu@vera.com.uy
www.aiu.org.uy

aiingenierosu 

aiingenierosu 

aiingenierosu 

@aiingenierosu 

Asociación de Ingenieros del Uruguay 



UCRETE® : El piso más fuerte del mundo, desde 1969

Pisos industriales que resisten todo.

Desde hace más de 50 años, UCRETE® de Sika marca la diferencia en la industria con sistemas de pisos poliuretano-cemento de alto desempeño. Su combinación única de resistencia, durabilidad e higiene lo convierte en la solución ideal para los entornos más exigentes.

- Higiene
- Resistencia Química
- Resistencia Térmica
- Resistencia al impacto
- Resistencia al deslizamiento
- Rápida puesta en servicio
- Durabilidad